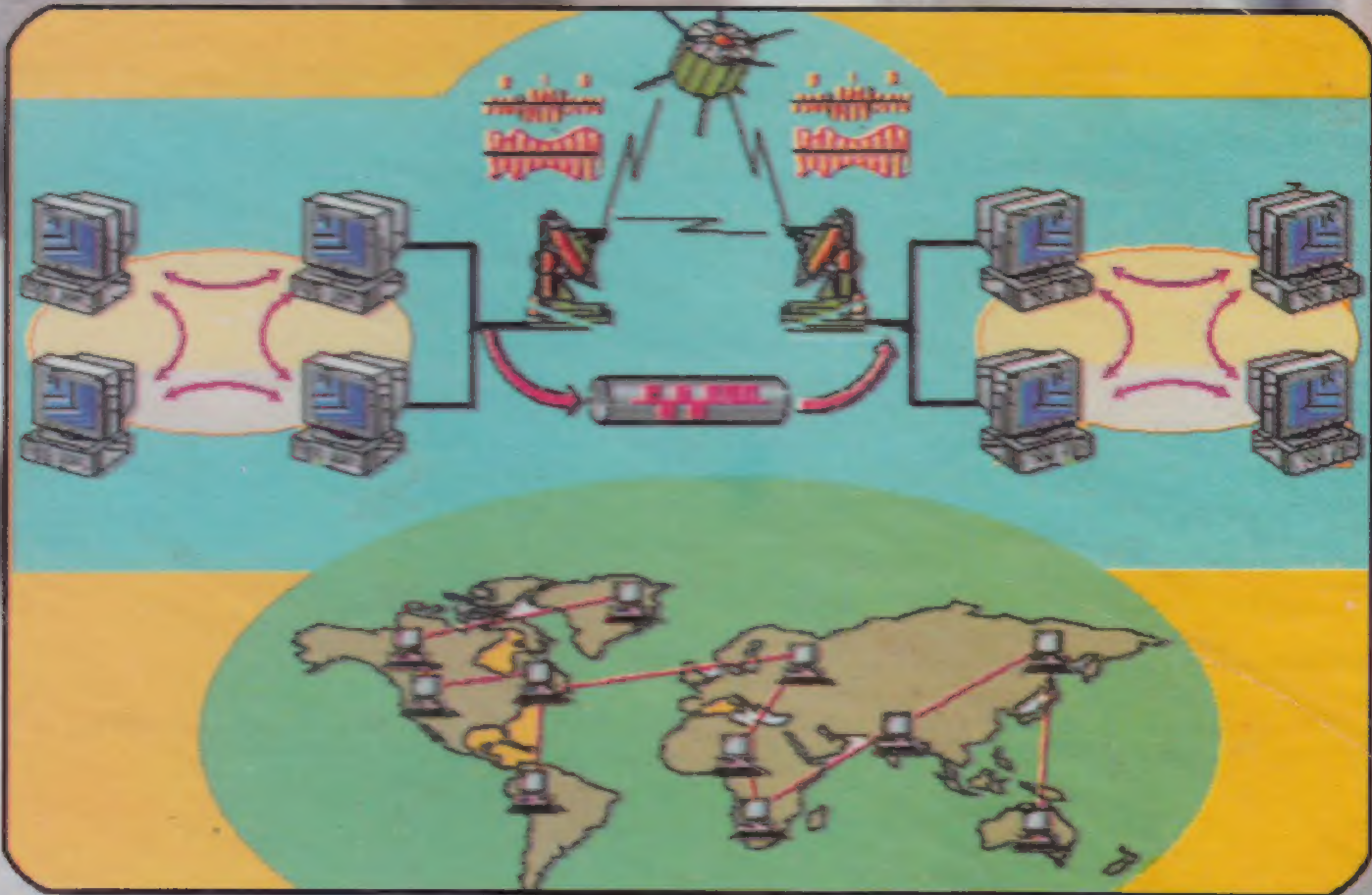


أساسيات الاتصالات والشبكات

FUNDAMENTALS OF DATA
COMMUNICATION AND NETWORKING



دكتور مهندس

سعيد حسن إبراهيم

أستاذ هندسة الإلكترونيات والاتصالات (المشارك)

كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع

جامعة الملك فيصل بالأحساء

مهندسة

فاطمة سامية خليف

مدرسة هندسة الحاسبات

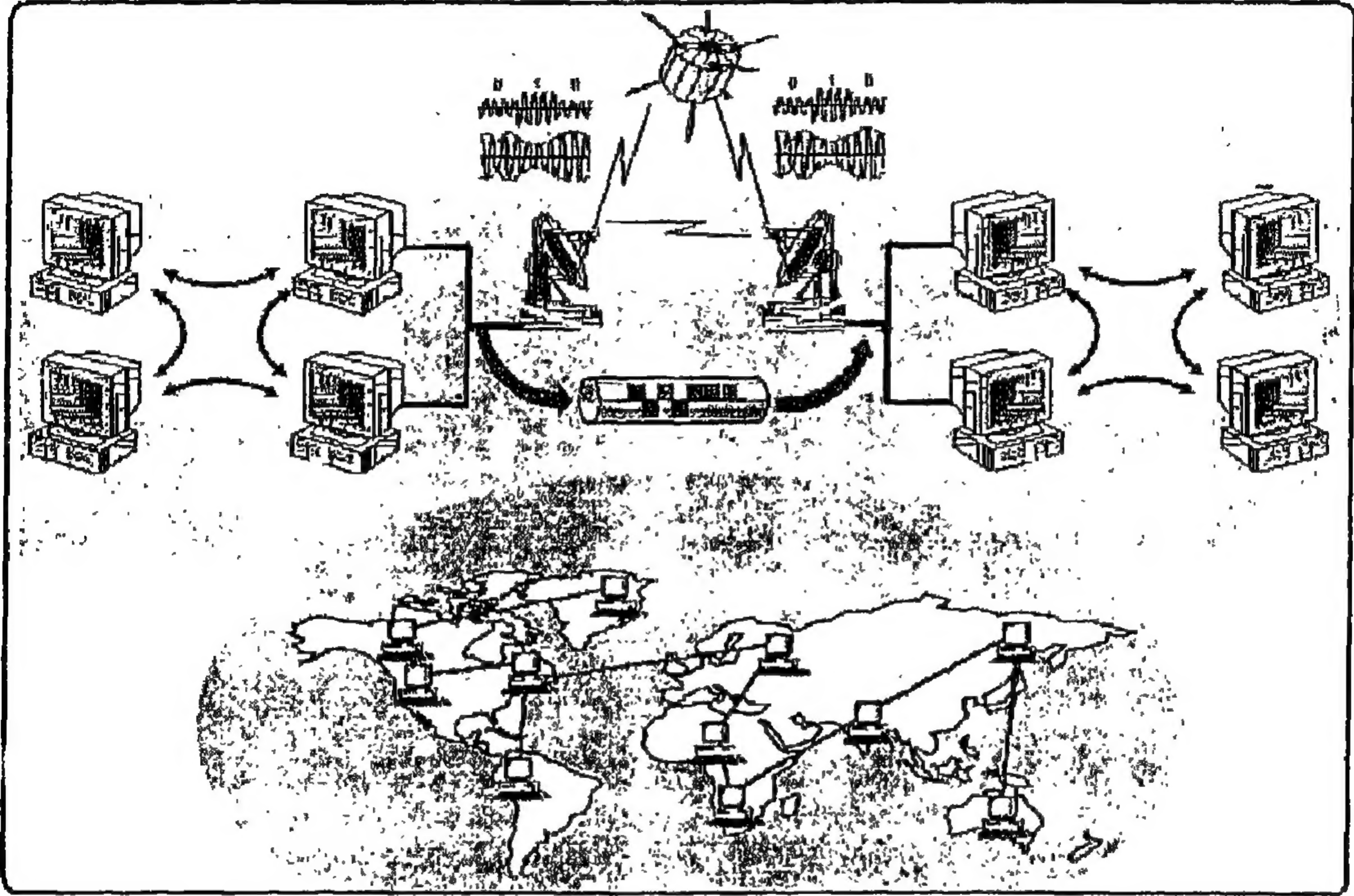
كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع

جامعة الملك فيصل بالأحساء

الطبعة الثانية

٢٠٠٧

أساسيات الاتصالات والشبكات



FUNDAMENTALS OF DATA COMMUNICATION AND NETWORKING

دكتور مهندس / سعيد حسن إبراهيم مهندسة / فاطمة سامية خليفة
أستاذة هندسة الإلكترونيات والاتصالات (المشارك) مدرس هندسة الحاسب

كلية الدراسات التطبيقية وحدة المجتمع / جامعة الملك فهد للبترول والمعادن

الطبعة الثانية
أغسطس ٢٠٠٦

أساسيات الاتصالات والشبكات

FUNDAMENTALS OF DATA COMMUNICATION AND NETWORKING

دكتور مهندس / سعيد حسن إبراهيم
أستاذ هندسة الإلكترونيات والاتصالات (المشارك)
كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع / جامعة الملك فيصل بالاحساء

مهندسة / فاطمة سامية خليف
مدرس هندسة الحاسبات
كلية الدراسات التطبيقية وخدمة المجتمع / جامعة الملك فيصل بالاحساء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا

صَلَّى اللَّهُ الْعَظِيمِ

اهداء

إلى روح والدي ووالديتي برحمة الله

إلى زوجتي وابنتاي حفظهم الله

- اسم الكتاب : أساسيات الاتصالات والشبكات
- اسم المؤلف : د/ سعيد إبراهيم
- الناشر : مكتبة دار المعرفة للنشر والتوزيع
- رقم الإيداع بدار الكتب : 14589 / 2006
- الترميم الدولي : 5-22-5423-977

(c) حقوق النشر والطبع والتوزيع محفوظة لمكتبة دار المعرفة للنشر والتوزيع
لا يجوز نشر جزء من الكتاب أو إعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو اختزان مادته
العلمية أو نقله بأي طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو خلاف ذلك دون
موافقة خطيه من الناشر مقدما

مكتبة دار المعرفة للنشر والتوزيع

8 شارع يوسف الزيني أمام هندسة عين شمس ت: 4850310

4 شارع السرايات أمام هندسة عين شمس ت: 6844043

E-mail: dar_elmaarefa@yahoo.com

مقدمة الناشر

نحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وبعد.....

ان أول ما انزل من القرآن على رسولنا الحبيب قوله سبحانه وتعالى :

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝ (١) خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۝ (٢) اقْرَأْ وَرَبُّكَ
الْأَكْرَمُ ۝ (٣) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۝ (٤) عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۝ (٥)

كانت هذه الآيات العظيمة أول ما أنزل من الوحي على رسولنا الكريم صلى الله عليه وسلم دعوه من الله سبحانه للقراءة والعلم وعندما فهم المسلمون الأوائل هذا الدين الكريم وعملوا بأوامره حملوا مشاعل العلم الى العالم بأسره وأخرجوا العالم من ظلمات الجهل والكفر الى نور العلم والإيمان وعندما ابتعدنا عن ديننا القويم انتقلت رايات العلم من أيدينا الى أيادي أخرى فتقدمت بلادهم بالعلم وتأخرت بلادنا

وإيماننا بهذا النهج القويم الذي دعا اليه ديننا العظيم من الحث على القراءة والتعلم تسعى مكتبة دار المعرفة لنشر كل ما هو جديد وحديث في مجالات المعرفة خاصة تكنولوجيا الحاسب والعلوم الهندسية معتمده في ذلك على ذوي الخبرة والكفاءة لتقدم للقارئ العربي في كل مكان بأسلوب مبسط وميسر يعتمد على التسلسل المنطقي في العرض ليخدم بذلك القارئ المبتدئ والمحترف مزودا بالأمثلة التوضيحية والتطبيقات العملية لايضاح الفكرة وترسيخ المعلومة لدى القارئ ولقد ألحقنا قرص مرن لبعض الكتب تيسيرا للقارئ لدى تعامله مع الحاسب الألى.

كما تقوم مكتبة دار المعرفة باستيراد أحدث الكتب والمراجع العلمية لمواكبة كل ما هو جديد في مجالات العلوم لتوفيره للباحثين والطلاب بأسعار معتدلة وزودت المكتبة بقاعة للاطلاع عسى أن يلقي هذا العمل القبول لدى الله سبحانه وتعالى ويجعله من العلم النافع الذي ينتفع به.

ويسر المكتبة تلقي مقترحاتكم وتعليقاتكم لتكون موضع الدراسة والاهتمام

الناشر

مقدمة الكتاب

أخي القارئ هذا هو الإصدار الثاني من الكتاب الأول في سلسلة الكتب العربية لشرح وتبسيط أساسيات ومبادئ العلوم التقنية في مجال هندسة الإلكترونيات والاتصالات وهندسة الحاسبات والشبكات وهو بعنوان أساسيات الاتصالات والشبكات والذي يتضمن شرح مفصل لأساسيات ومبادئ عملية الاتصالات ونقل البيانات بالإضافة إلى شرح أساسيات ومبادئ وتقنيات وبروتوكولات الشبكات

وقد حرصت في هذا الكتاب على الوصول إلى العمق المطلوب في المنهج العلمي مع الاحتفاظ بمسميات المصطلحات العلمية باللغة الانجليزية وإدراج الأشكال باللغة الانجليزية والعربية من مصادرها الأصلية مع إجراء التعديلات اللازمة عليها بما يحقق النفع الكامل بإذن الله

والكتاب يحتوي على اثني عشر فصلا في جزأين. الجزء الأول بعنوان أساسيات الاتصالات والذي يتضمن أربعة فصول والجزء الثاني بعنوان أساسيات الشبكات والذي يتضمن ثمانية فصول

الفصل الأول يقدم مقدمة في الاتصالات ويشتمل على تعريف العناصر الرئيسية لعملية الاتصالات وأنماط اتجاهات الإرسال بالإضافة إلى شرح لأنواع الإشارات المتصلة و الرقمية و عوامل الإشارة ومفهوم النطاق الزمني والترددى والطيف والمدى الترددي للإشارات والمدى الترددي لقنوات الإرسال وأنواع القنوات تبعا للوضاء وأنواع مرشحات الإشارة ومتلفات الإرسال

الفصل الثاني يقدم تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة ويشتمل على خصائص الإشارات وخصائص التشفير وذلك بالإضافة إلى تقنيات التشفير المختلفة والتي تشتمل على التحويل من بيانات رقمية إلى إشارات رقمية (التشفير الخطي أحادي القطبية والتشفير الخطي القطبي NRZ, RZ, Manchester and Differential

Manchester والتشفير ثنائي القطب (AMI, B8ZS and HDB3) و تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية (PCM and PAM) وتحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة (ASK, FSK, PSK, and QAM) و تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات متصلة (AM, FM, and PM) وطرز الإرسال (الإرسال المتوازي والإرسال المتوالي المتزامن وغير متزامن)

الفصل الثالث يقدم وسائط الإرسال والذي يتضمن أنواع الوسائط الموجهة السلكية: كابلات الأزواج الملتفة (كابلات الأزواج الملتفة المحجوبة وغير محجوبة - النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة) و الكابلات المحورية (حيز الترددات المستخدم مع الكابلات المحورية - أصناف الكابلات المحورية - النهايات الطرفية للكابلات المحورية) والألياف الضوئية (النهايات الطرفية لكابلات الألياف البصرية - أنظمة اتصالات الألياف الضوئية - أنواع انتشار الإشارة الضوئية - مصادر فقد القدرة في الألياف الضوئية - مزايا وعيوب الألياف الضوئية) وذلك بالإضافة إلى أنواع الوسائط الغير موجهة (لاسلكية) والذي يشتمل على طيف الموجات الكهرومغناطيسية لوسائط النقل اللاسلكية و الهوائيات الموزعة والموجهة و طرق انتشار موجات الراديو و النطاق الترددي للاتصالات اللاسلكية و الاتصالات عبر الأقمار الصناعية ومدارات الأقمار الصناعية

الفصل الرابع يقدم تقنيات المزج والذي يتضمن تقنية المزج الترددي FDM (المجال الزمني والترددية للإشارات الرقمية والإشارات الرقمية المحملة على موجة حاملة - المجال الترددي للإشارة المركبة - تقنيات التجميع والتجميع الممتاز والتجميع السيد والتجميع الضخم) بالإضافة إلى تقنية المزج الزمني TDM (تقنية TDM في الإرسال والاستقبال - إطارات المزج الزمني - حسابات تقنيّة TDM - خط الاشتراك الرقمي DSL; ADSL, RADSL, HDSL, SDSL and VDSL)

الفصل الخامس يقدم المفاهيم الأساسية للشبكات والذي يشتمل على مكونات نظم الاتصالات و مفاهيم الشبكة و الأنواع الرئيسية للشبكات و مكونات ومعايير وتطبيقات

وفوائد الشبكات وذلك بالإضافة إلى بروتوكولات ومقاييس الشبكات والمنظمات القياسية للشبكات

الفصل السادس يقدم أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات والذي يشتمل على الهيكل الخطي (شكل السباق و شكل متعدد النقاط) وطوبوغرافيا الشبكة المادية (الطوبوغرافيا النسيجي Mesh - طوبوغرافيا النجمة Star - طوبوغرافيا الشجرة Tree - طوبوغرافيا الخط Bus - طوبوغرافيا الحلقة Ring - الطوبوغرافيا المختلط Star-Bus, Star-Ring, and Star-Ring-Bus) و أصناف الشبكات (الشبكات المحلية LAN - الشبكات الإقليمية MAN - الشبكات الواسعة WAN) و أنواع الشبكات تبعا لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة (شبكة النظير للنظير و شبكة الخادم/الزبون و الشبكات المختلطة) و شبكات النقل اللاسلكي (مزايا و عيوب و أنواع شبكات النقل اللاسلكي) و شبكات السن الأزرق و شبكات الانترنت والاكسترنات والانترنت (وسيلة الاتصال بالانترنت - أساسيات تصميم الانترنت - خدمات الانترنت)

الفصل السابع يقدم مقدمة عن البروتوكولات والذي يشتمل على وظائف عملية الاتصال (التقسيم والتجميع والتغليف و التحكم في الربط و ترتيب الوصول و التحكم في التدفق و التحكم في الأخطاء و العنونة) و نموذج التبادل المفتوح OSI Model (عمارة الطبقات - العمليات النظرية لنظير- الواجهات بين الطبقات - تنظيم الطبقات) و طبقات نموذج التبادل المفتوح (الطبقة المادية و طبقة الربط وطبقة الشبكة و طبقة النقل و طبقة المحادثة و طبقة التقديم و طبقة التطبيقات) وذلك بالإضافة إلى بروتوكول TCP/IP (الطبقة المادية و طبقة الدخول على الشبكة و طبقة الانترنت و طبقة النقل و طبقة التطبيق) ووصف مبسط لبعض البروتوكولات (SMTP, FTP and TELNET)

الفصل الثامن يقدم تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء والذي يتضمن أنواع الأخطاء (الخطأ في بت واحد و الخطأ المتدفق) و مفهوم تقنيات اكتشاف الأخطاء (الإسهاب و ميكانيزم اكتشاف الأخطاء) وتقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (اختبار

الإسهاب العمودي VRC - اختبار الإسهاب الطولي LRC - اختبار الإسهاب الدوري
CRC - اختبار المجموع (Hamming Code - Checksum)

الفصل التاسع يقدم مهام طبقة الربط والذي يشتمل على طرق تنظيم الإرسال
على الرابط Line discipline (ENQ/ACK and Poll/Select) وطرق التحكم
في تدفق البيانات Flow Control (Stop-and-Wait and Sliding Window) و
طرق التحكم في الأخطاء Error Control

الفصل العاشر يقدم المحولات (الشبكات المحولية) Switching والذي يتضمن
محولات الدائرة Circuit Switching (محولات التقسيم المكاني Space-Division
Switches و محولات التقسيم الزمني Time-Division Switches) و محولات
الحزمة Packet Switching (; Datagram and Virtual Circuit Approach ;
(SVC , PRC;

الفصل الحادي عشر يقدم الأجهزة المادية لربط الشبكات وربط الأجهزة داخل
الشبكة الواحدة والذي يشتمل على المعبد Repeaters (الفرق بين Repeater و
Amplifier - مكان وضع Repeaters) و الصرة Hub (أنواع وخصائص الصرة
Hub) و Bridges (عمل Bridges - وظائف Bridges - أنواع Bridges -
التحكم في السريان بواسطة Bridges) و المحولات Switches و Routers و
Gateways (Transport Gateways and Application Gateways) و
المزود Servers و المودم Modem وذلك بالإضافة إلى عقد مقارنات بين أجهزة
الربط المختلفة

الفصل الثاني عشر والأخير الذي يقدم الشبكات المحلية Local Area Networks
والذي يشتمل على Project 802 (PDU and MAC frame) و
Ethernet (Traditional Ethernet, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet)
و Token Bus و Token Ring مقارنة بين أنواع LAN . وذلك بالإضافة إلى
الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) والذي يشتمل على نظرة عامة و نبذه تاريخية و

التردد ومعدلات سريان البيانات و هيكل 802.11 و مكونات شبكة LAN اللاسلكية و
مدى شبكة LAN اللاسلكية و فوائد شبكات LAN اللاسلكية و أنواع الشبكات
اللاسلكية

وفي النهاية أتقدم بخالص الشكر والتقدير والامتنان لكل من ساعدني وحفزني على
إخراج هذا العمل وأخص بالذكر عميد ووكيل ومنسوبي كلية الدراسات التطبيقية وخدمة
المجتمع بجامعة الملك فيصل بالمملكة العربية السعودية و Prof. Dr. Behrouz A.
Forouzan

والله أسأل أن يكون هذا الكتاب خالصاً لوجه الكريم وأن يعم بنفعه جميع الطلبة
والطالبات في جميع الأقطار العربية. فإن كان هناك نقص أو تقصير فمن نفسي
والشيطان وإن كان هناك توفيق وسداد فمن الله وحده.

فصول الكتاب

الجزء الأول: أساسيات الاتصالات (17)

Fundamentals of data communication

الفصل الأول: مقدمة في الاتصالات (19)

Introduction to data communication

الفصل الثاني: تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة (75)

Encoding Techniques for Digital and Analog Signals

الفصل الثالث: وسائط الإرسال Transmission Media (131)

الفصل الرابع: تقنيات المزج Multiplexing Techniques (157)

الجزء الثاني: أساسيات الشبكات (219) Fundamentals of Networking

الفصل الخامس: المفاهيم الأساسية للشبكات (221)

Basic Concepts of Networking

الفصل السادس: أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات (239)

Configurations, Topologies and Categories of Networks

الفصل السابع: مقدمة عن البروتوكولات (285)

Introduction to Protocols (OSI and TCP/IP)

الفصل الثامن: تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (343)

Error Detection and Correction Techniques

الفصل التاسع: مهام طبقة الربط (التحكم في التدفق) Data Link Control (387)

الفصل العاشر: المحولات (الشبكات المحولية) Switching (423)

الفصل الحادي عشر: الأجهزة المادية لربط الشبكات وربط الأجهزة داخل الشبكة (453)

Networking and Internetworking Devices

الفصل الثاني عشر: الشبكات المحلية Local Area Networks (LANs) (495)

.

الجزء الأول أساسيات الاتصالات

PART : A **FUDAMENTALS OF** **DATA COMMUNICATION**

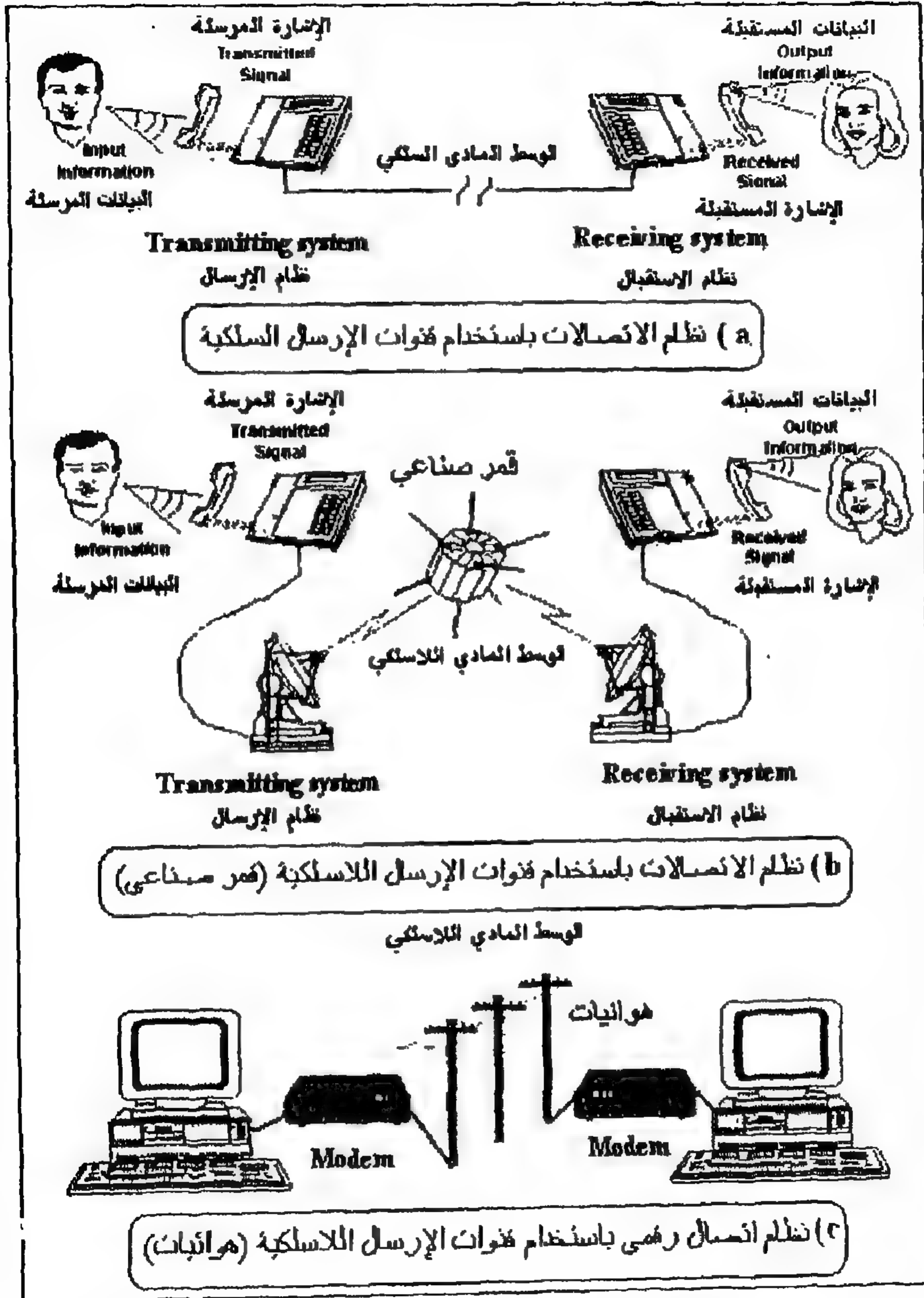
الفصل الأول مقدمة في الاتصالات **INTRODUCTION TO DATA COMMUNICATION**

1.1 مقدمة

تعرف عملية الاتصالات (Data Communication) بأنها عملية نقل البيانات/المعلومات (data/information) خلال وسائط الإرسال (transmission media) المختلفة مثل:

1) الوسائط السلكية (wire media) : تستخدم في نقل البيانات/المعلومات ^أمكن خلال الأسلاك الملتفة twisted pair cables و الكابلات المحورية coaxial cables و الألياف الضوئية optical fibers

(2) الوسائط اللاسلكية (wireless media) : تستخدم في نقل البيانات/المعلومات عبر الاثير باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية electromagnetic waves (مثل موجات الرادار والأشعة تحت الحمراء والموجات الميكرووية أو المتناهية في الصغر). الشكل رقم 1 يوضح عملية الاتصالات باستخدام وسائط الإرسال السلكية و اللاسلكية

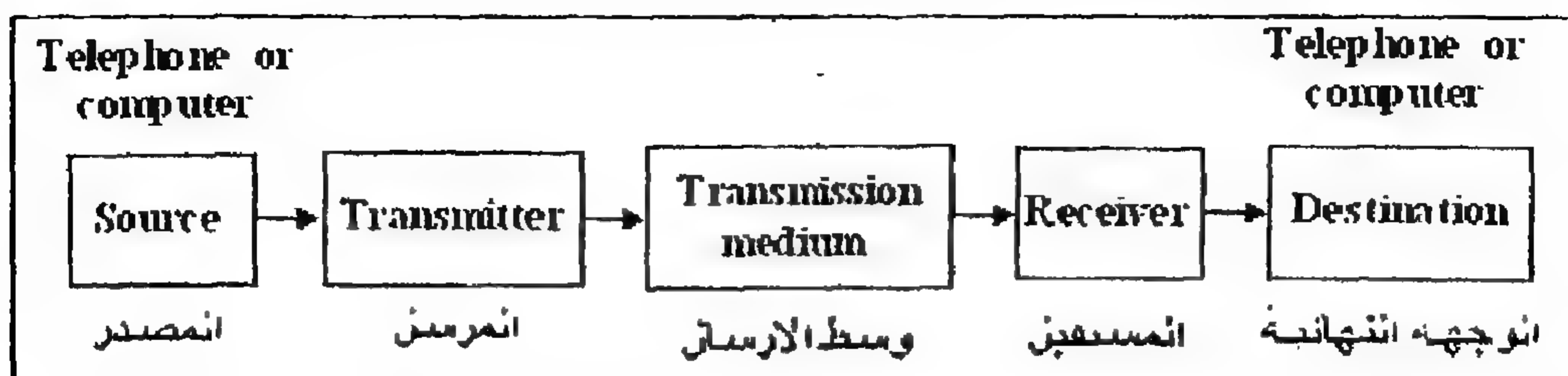


شكل 1: أنظمة الاتصالات باستخدام قنوات الإرسال السلكية واللاسلكية

1.2 العناصر الرئيسية لعملية الاتصالات

ESSENTIAL ELEMENTS OF DATA COMMUNICATIONS

الشكل رقم 2 يوضح المخطط الصندوقي العام للنظم الاتصالات



شكل 2: المخطط الصندوقي العام لنظم الاتصالات

(1) المصدر Source

هو الجهاز الذي يقوم بإنتاج البيانات/المعلومات المراد إرسالها مثل التليفونات والحاسبات الشخصية والخادومات (servers)

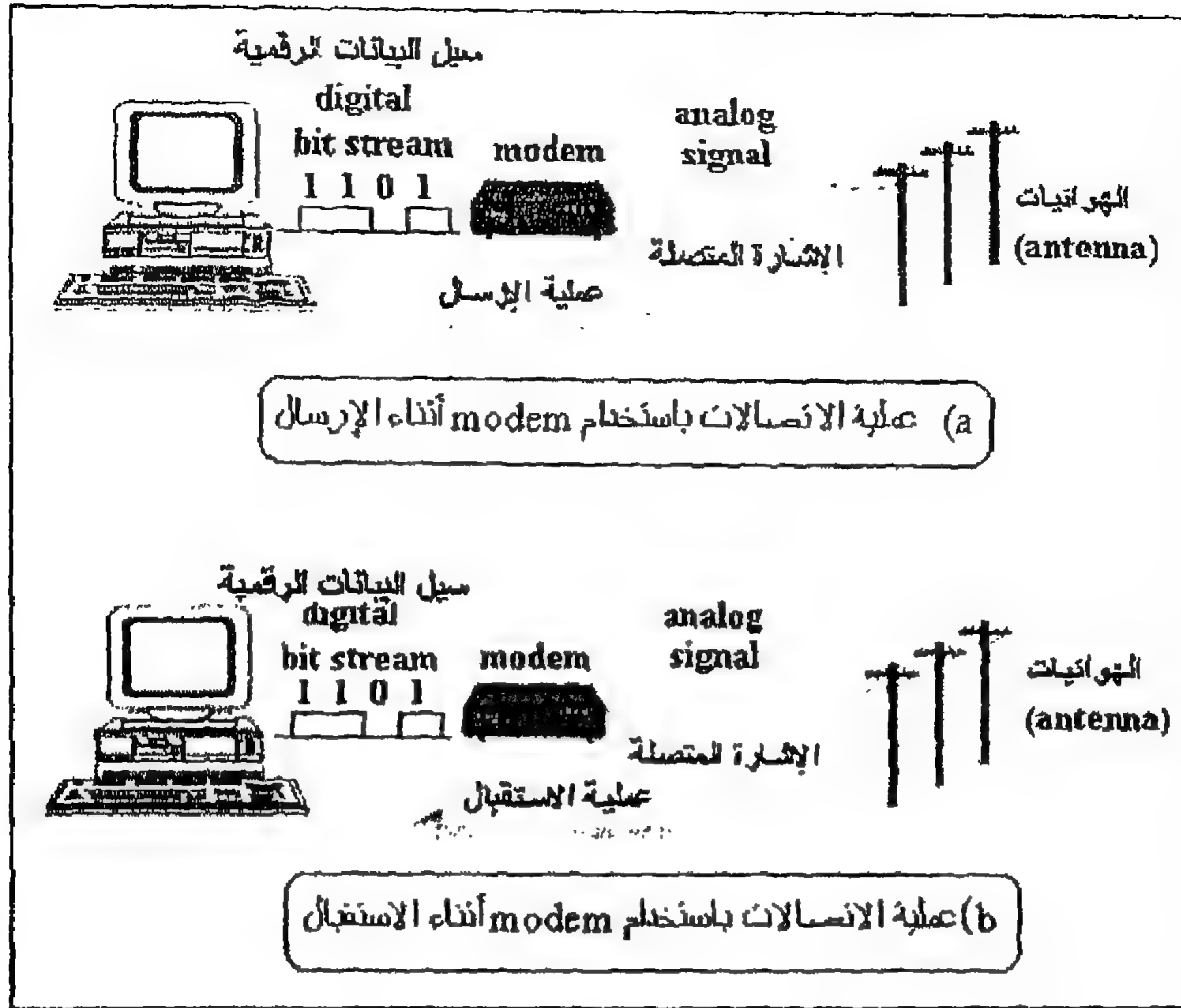
(2) المرسل Transmitter

البيانات الرقمية (digital data) أو المتصلة (analog data) التي تم إنتاجها بواسطة المصدر (source) عادة لا يتم إرسالها مباشرة خلال قنوات الإرسال ولكن يتم تحويلها بواسطة المرسل إلى إشارات مشفرة تكون في صورة موجات كهرومغناطيسية أو إشارات كهربائية أو ضوئية يمكنها الانتقال خلال قنوات الإرسال

أنواع المرسل Types of transmitter

(a) المودم (Modulator-demodulator) Modem

Modem يحول سيل البيانات الرقمية (digital bit stream) إلى إشارات متصلة (analog signal) لإرسالها خلال قنوات الإرسال كما أنه يقوم بتحويل الإشارات المستقبلية المتصلة (analog signal) ويحولها إلى سيل من البيانات الرقمية (digital bit stream). الشكل رقم 3 يوضح عملية الاتصالات باستخدام modem



شكل 3: عملية الاتصالات باستخدام modem

(b) المرخم Modulator

المرخم (Modulator) يحول البيانات المتصلة (analog data) إلى إشارات متصلة (analog signal)

(c) المرسل الرقمي Digital transmitter

المرسل الرقمي (Digital transmitter) يحول البيانات الرقمية (digital data) إلى إشارات رقمية (digital signal)

(d) الكودك Codec

الكودك (Codec) يحول البيانات المتصلة (analog data) إلى إشارات رقمية (digital signal)

3) وسط الإرسال Transmission Medium

وسط الإرسال (Transmission medium) هو الوسط المادي الذي يقوم بنقل الإشارات من المرسل (Transmitter) إلى المستقبل (Receiver)

4) المستقبل Receiver

المستقبل يقوم باستقبال الإشارات من قنوات الإرسال وتحويلها إلى أشكال ملائمة لأجهزة الوجهة النهائية (destination)

5) الوجهة النهائية Destination

الوجهة النهائية هي الأجهزة المادية التي تستقبل البيانات مثل الخادمت (Servers) و الحاسبات الشخصية (PCs) والوحدات الطرفية (Terminals) والطابعات (Printers)

1.3 أنماط اتجاه الإرسال**TRANSMISSION DIRECTION MODES**

أنماط اتجاهات الإرسال (Transmission direction modes) هو تحديد اتجاه سريان الإشارات بين المرسل (Transmitter) والمستقبل (Receiver) وهي ثلاثة أنواع (simplex, half-duplex and full-duplex) طط

Simplex transmission mode (a)

في هذا النمط يكون إرسال الإشارات في اتجاه واحد فقط بحيث يكون أحد الأجهزة هو المرسل والآخر هو المستقبل. الاتصال بين جهاز الحاسب (processor) والشاشة (monitor) أو لوحة المفاتيح (keyboard) يعتبر اتصالاً من النوع simplex. الشكل رقم 4 يوضح Simplex transmission mode.

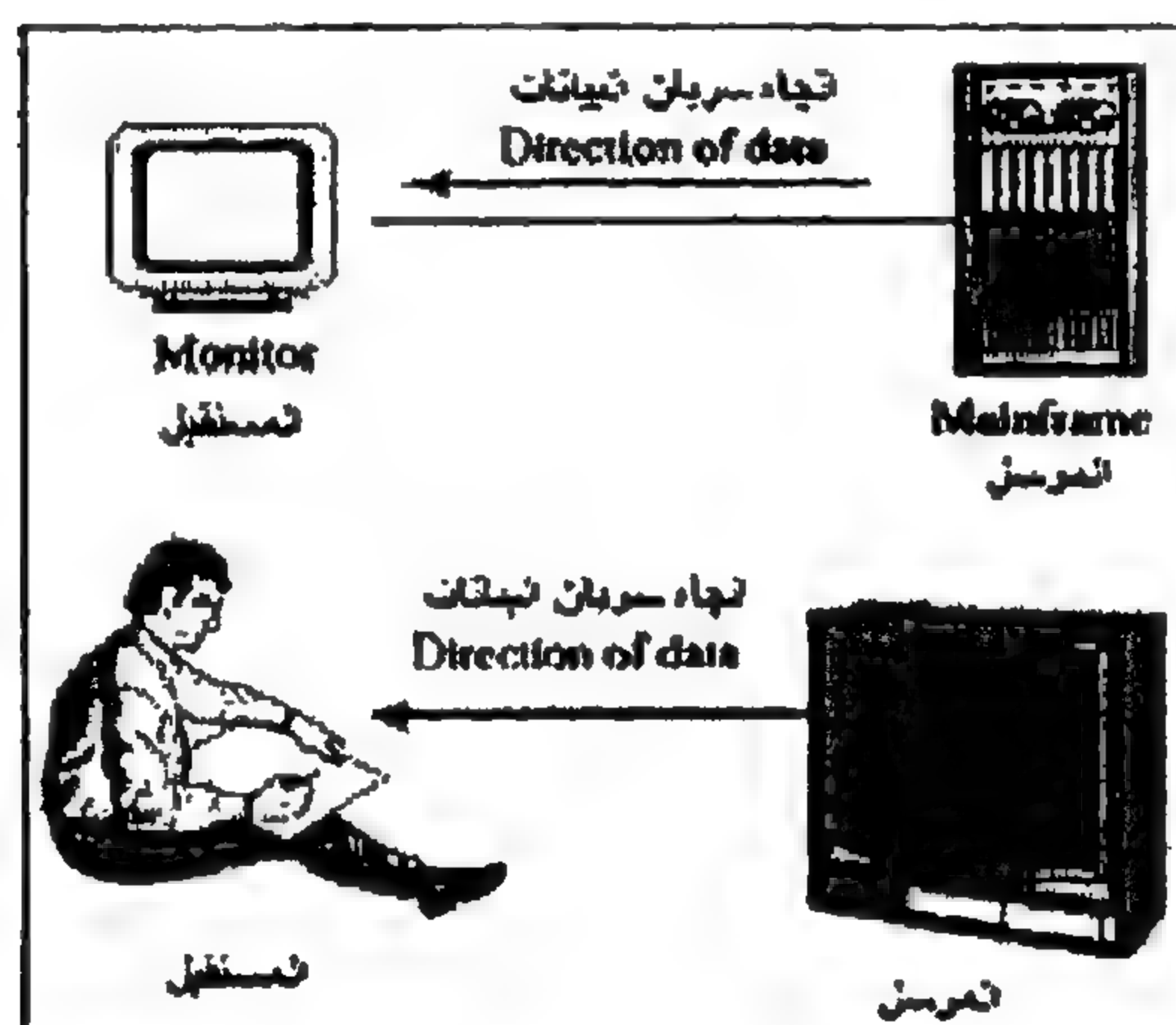
Half-duplex transmission mode (b)

في هذا النمط يمكن للجهازين المتصلين بقناة الإرسال أن يرسلوا الإشارات ولكن ليس في نفس الوقت. أي أن الإشارات يمكن أن تسير في الاتجاهين ولكن بشرط أن يكون اتجاه واحد فقط هو الذي يعمل والآخر لا يعمل عند كل فترة زمنية. الاتصال بين شخصين من

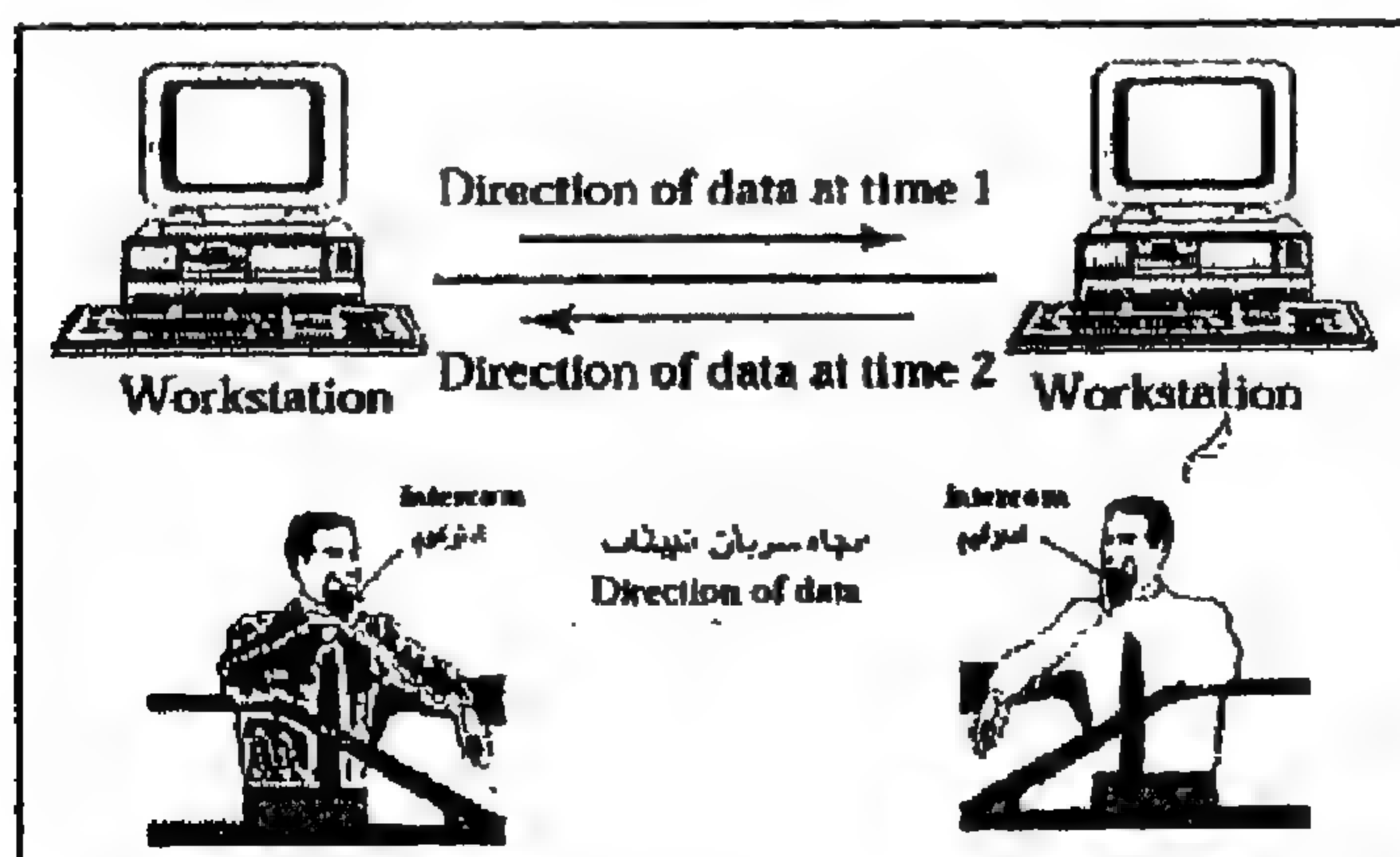
خلال intercom يعتبر اتصالاً من النوع Half-duplex. الشكل رقم 5 يوضح Half-duplex transmission mode.

Full-duplex transmission mode (c)

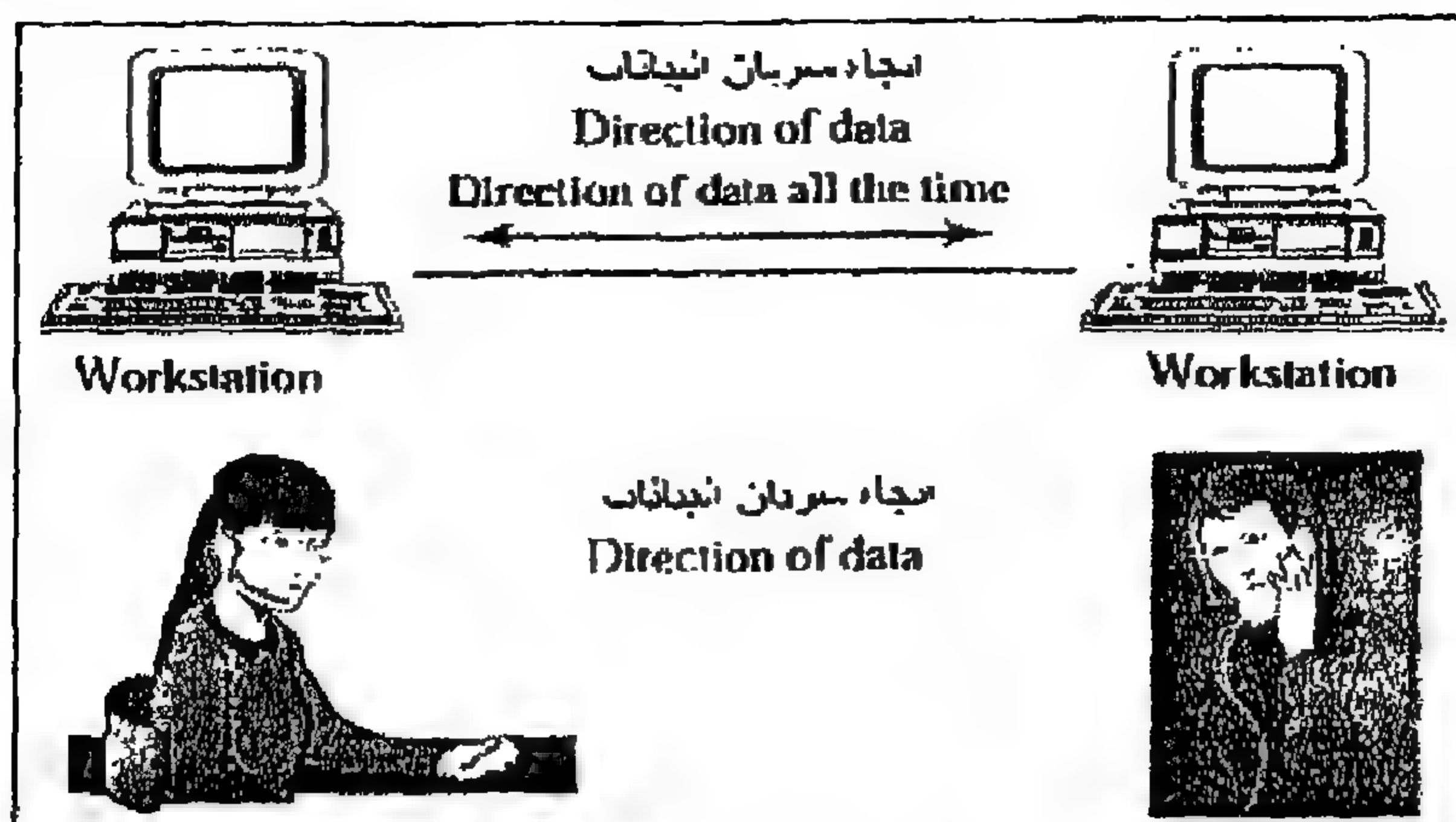
في هذا النمط يمكن للجهازين المتصلين بقناة الإرسال أن يرسلوا الإشارات في نفس الوقت. أي أن قناة الإرسال تحمل الإشارات في كلا الاتجاهين وفي نفس الوقت. الاتصال بين شخصين من خلال telephone يعتبر اتصالاً من النوع Full-duplex. الشكل رقم 6 يوضح Full-duplex transmission mode. الجدول رقم 1 يوضح العلاقة بين نمط الإرسال transmission mode ونوع قناة الإرسال (transmission medium) ونوع الإشارة المرسل (signal type).



شكل 4: Simplex transmission mode



شكل 5: Half-duplex transmission



شكل 6 : full-duplex transmission mode

1.4 الإشارات المتصلة والإشارات الرقمية

ANALOG SIGNALS AND DIGITAL SIGNALS

من حيث تغير سعتها/الكم الرأسي (amplitude) تنقسم الإشارات إلى إشارات متصلة (analog signals) وإشارات رقمية (digital signals)

الإشارات المتصلة Analog Signals

الإشارات المتصلة (analog signals) هي الإشارات التي سعتها (amplitude) تحتوي على عدد لا نهائي من القيم تتغير باستمرار خلال الزمن مثل إشارات الصوت والصورة. الشكل رقم 7 يوضح شكل الإشارة المتصلة (analog signal) وتغيرها مع الزمن

الإشارات الرقمية Digital Signals

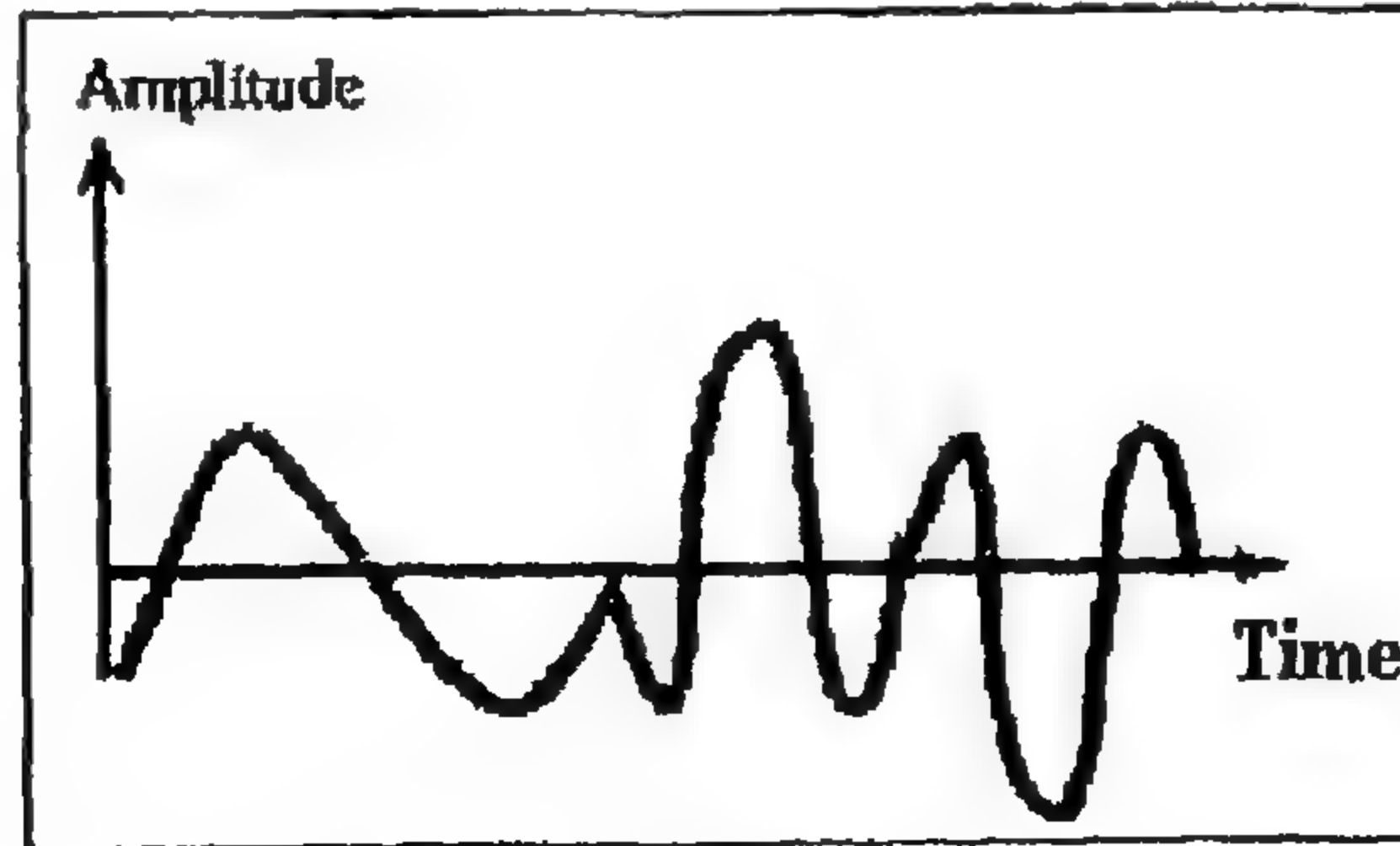
الإشارات الرقمية (digital signal) هي الإشارات التي تكون سعتها (amplitude) لها مستوى ثابت خلال فترة زمنية محددة ثم تتغير السعة إلى مستوى آخر ثابت خلال فترة زمنية أخرى وبالتالي يمكن القول بأن الإشارات الرقمية لها عدد محدود من القيم (السعات). الشكل رقم 8 يوضح شكل الإشارة الرقمية (digital signal) وتغيرها مع الزمن.

الجدول رقم 1 يوضح العلاقة بين نمط الإرسال transmission mode ونوع قناة الإرسال (transmission medium) ونوع الإشارة المرسل (signal type)

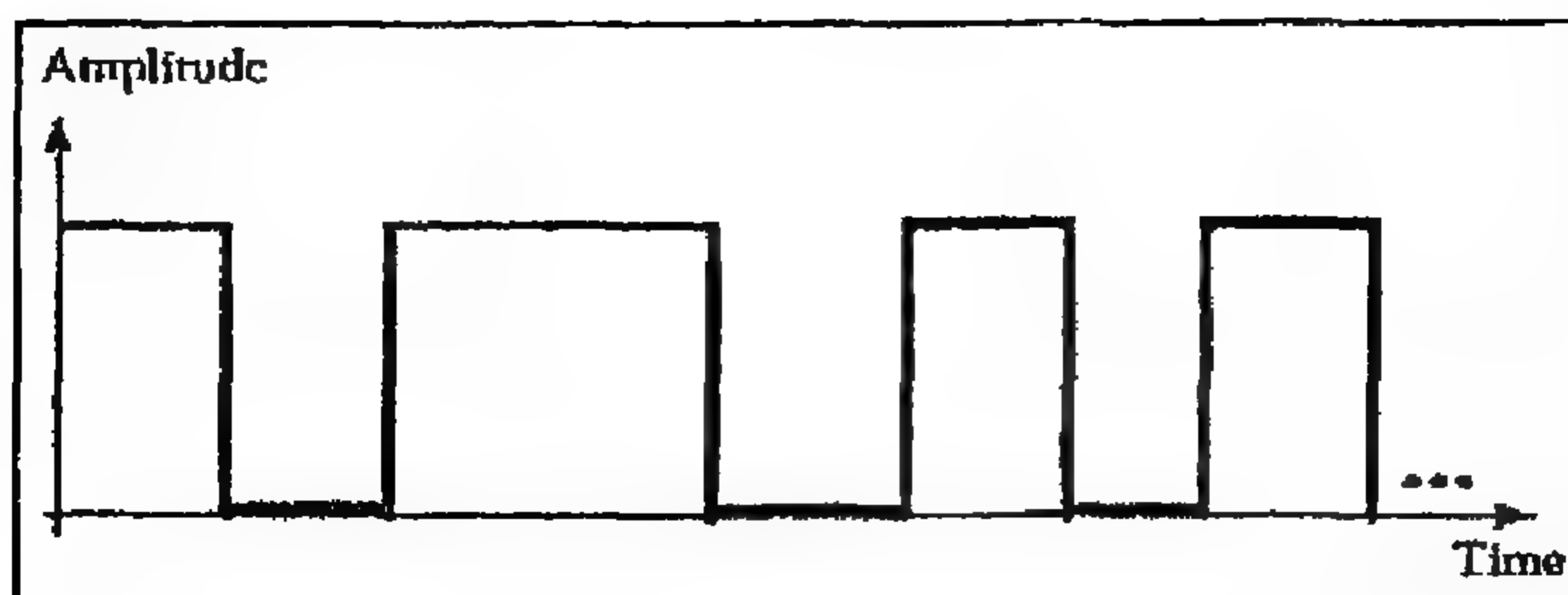
الجدول 1: العلاقة بين نمط الإرسال transmission mode

ونوع قناة الإرسال (transmission medium) ونوع الإشارة المرسلة (signal type)

نوع الإشارة Signal type	وسط الإرسال medium	Half- duplex	Full- duplex
Digital signal إشارات متصلة	قنوات الإرسال السلكية Guided media	√	√ (two lines)
	قنوات الإرسال اللاسلكية Unguided medium	X	X
Analogue signals with the same frequency in transmission and reception إشارات متصلة لها تردد واحد في الإرسال والاستقبال	قنوات الإرسال السلكية Guided media	√	√ (two lines)
	قنوات الإرسال اللاسلكية Unguided media	√	X
Analogue signals with different frequencies in transmission and reception إشارات متصلة لها ترددات مختلفة في الإرسال والاستقبال	قنوات الإرسال السلكية Guided media	√	√ (single line)
	قنوات الإرسال اللاسلكية Unguided media	√	√



شكل 7 : إشارة متصلة analog signal



شكل 8: إشارة رقمية digital signal

1.5 الإشارات الدورية والإشارات الغير دورية

PERIODIC AND NON-PERIODIC SIGNALS

الإشارات الدورية Periodic signals

الإشارات الدورية هي الإشارات التي تعيد شكلها بالكامل خلال فترات زمنية متساوية تسمى الزمن الدوري (period) ويرمز له بالحرف (T). المعادلة التالية تمثل التمثيل

الرياضي للإشارة الدورية (periodic signal) في النطاق الزمني $S(t)$

$$S(t) = S(t + T)$$

الزمن time t

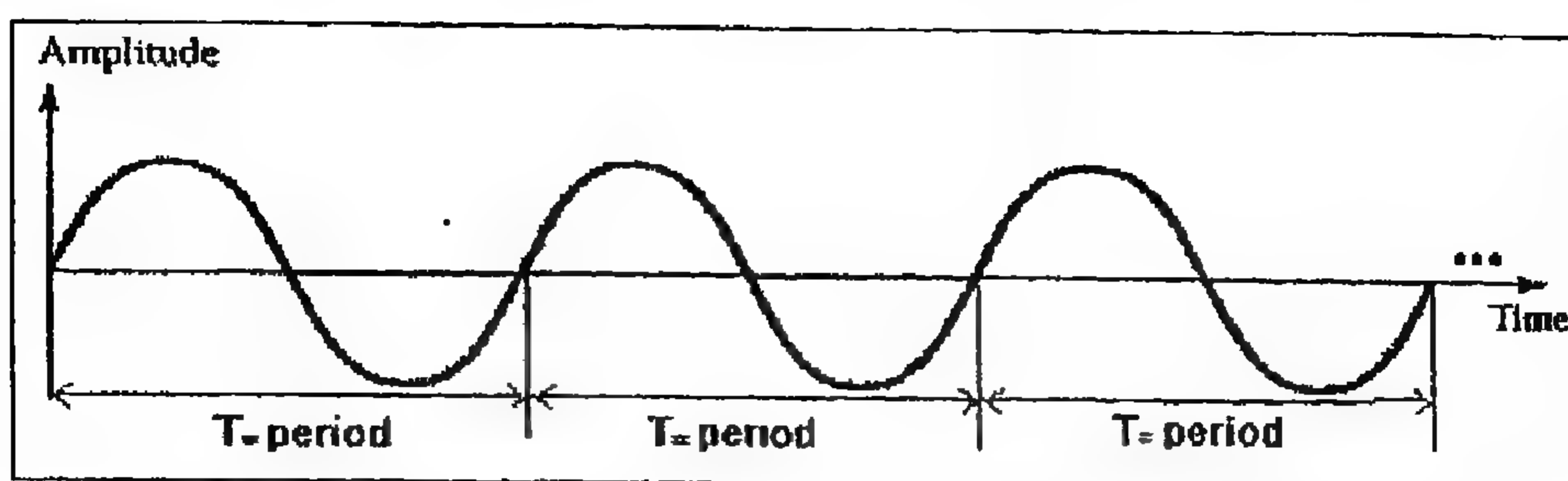
الزمن الدوري للإشارة Signal period T

تعريف الزمن الدوري (period)

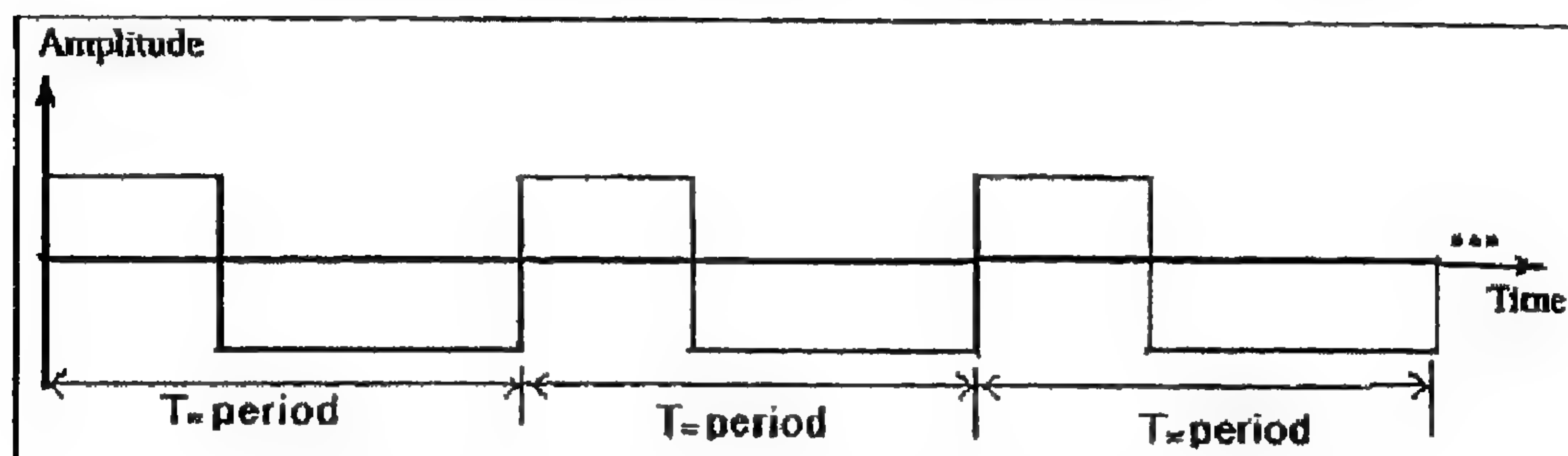
يعرف الزمن الدوري للإشارة (period=T) بأنه زمن الدورة الكاملة للإشارة أو الفترة الزمنية التي خلالها تعيد الإشارة شكلها بالكامل. يقاس الزمن الدوري بالثانية (sec). الشكل رقم 9 يوضح شكل الإشارة المتصلة الدورية. الشكل رقم 10 يوضح شكل الإشارة الرقمية الدورية

Non-periodic signals الإشارات الغير دورية

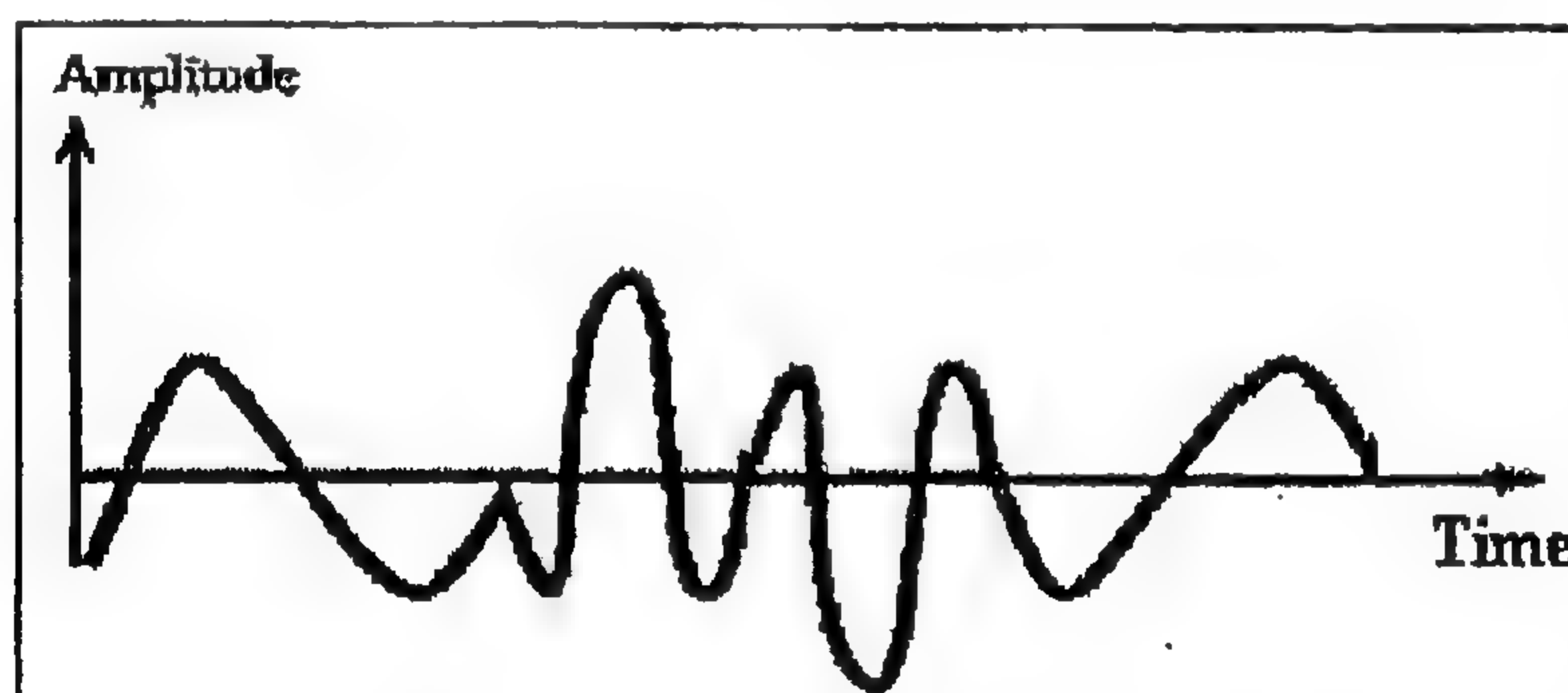
هي الإشارات التي لا تعيد شكلها خلال الفترات الزمنية. الشكل رقم 11 يوضح شكل الإشارة المتصلة الغير الدورية. الشكل رقم 12 يوضح شكل الإشارة الرقمية الغير دورية



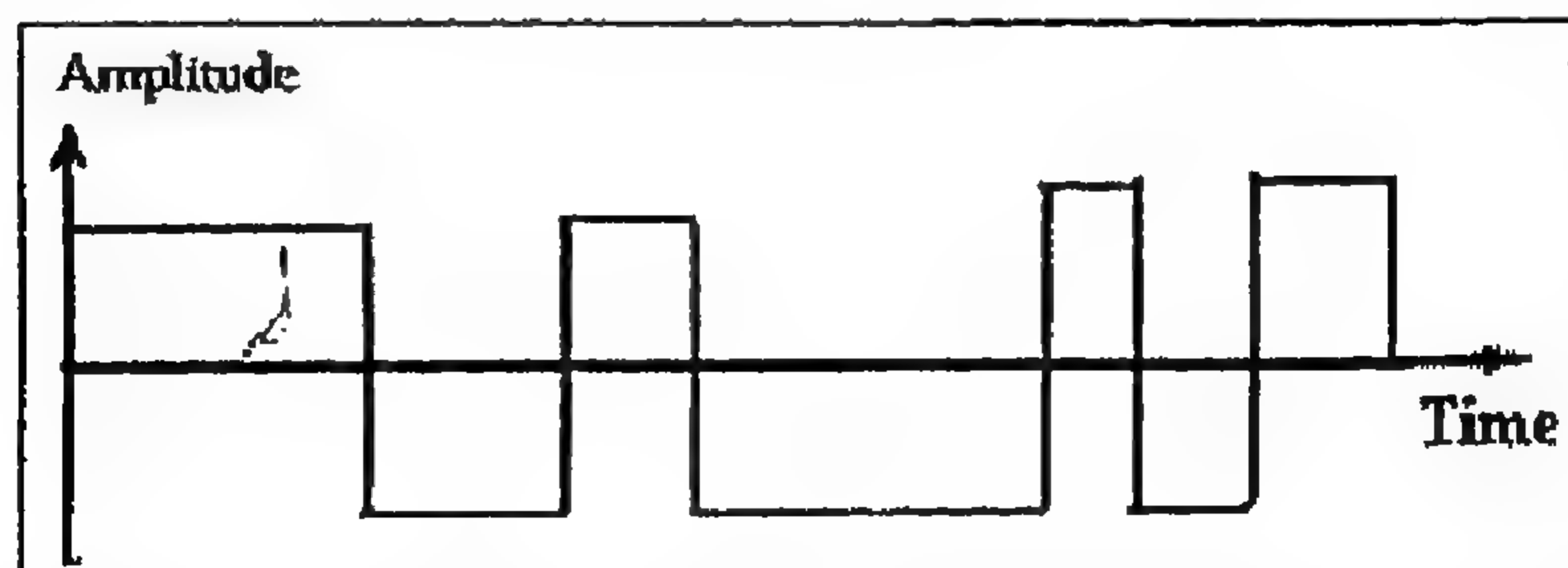
شكل 9 : الإشارة المتصلة الدورية Analog periodic signal



شكل 10 : الإشارة الرقمية الدورية Digital periodic signal



شكل 11 : الإشارة المتصلة الغير دورية Analog non-periodic signal



شكل 12 : الإشارة الرقمية الغير دورية Digital non-periodic signal

1.6 عوامل الإشارة SIGNAL PARAMETERS

الإشارات الجيبية (Sinusoidal signals) في النطاق الزمني $S(t)$ يمكن تمثيلها رياضياً بواسطة المعادلة

$$S(t) = A \sin(2 \pi F t + \phi)$$

A Signal amplitude سعة الإشارة

F Signal frequency تردد الإشارة

ϕ Signal phase طور الإشارة

t time الزمن

في الجزء التالي سنوضح تعريف العوامل الأساسية للإشارة وهي:

(1) سعة الإشارة (A) Amplitude

(2) تردد الإشارة (F) Frequency

(3) طور الإشارة (ϕ) Phase

(4) الطول الموجي للإشارة (λ) Wavelength

(5) فترة الإشارة (δ) Duration

(6) زمن انتشار الإشارة (t_0) Propagation time

(1) سعة الإشارة (A) Amplitude

السعة (Amplitude) هي قيمة الإشارة عند كل لحظة زمنية. أعلى سعة (قيمة) للإشارة يرمز لها بالرمز A. تقاس سعة الإشارة بالفولت (Volt) إذا كانت الإشارة تمثل إشارة جهد كهربائي وتقاس السعة بالأمبير (Ampere) إذا كانت الإشارة تمثل تيار كهربائي. الشكل رقم 13 يوضح سعة الإشارات المتصلة والرقمية

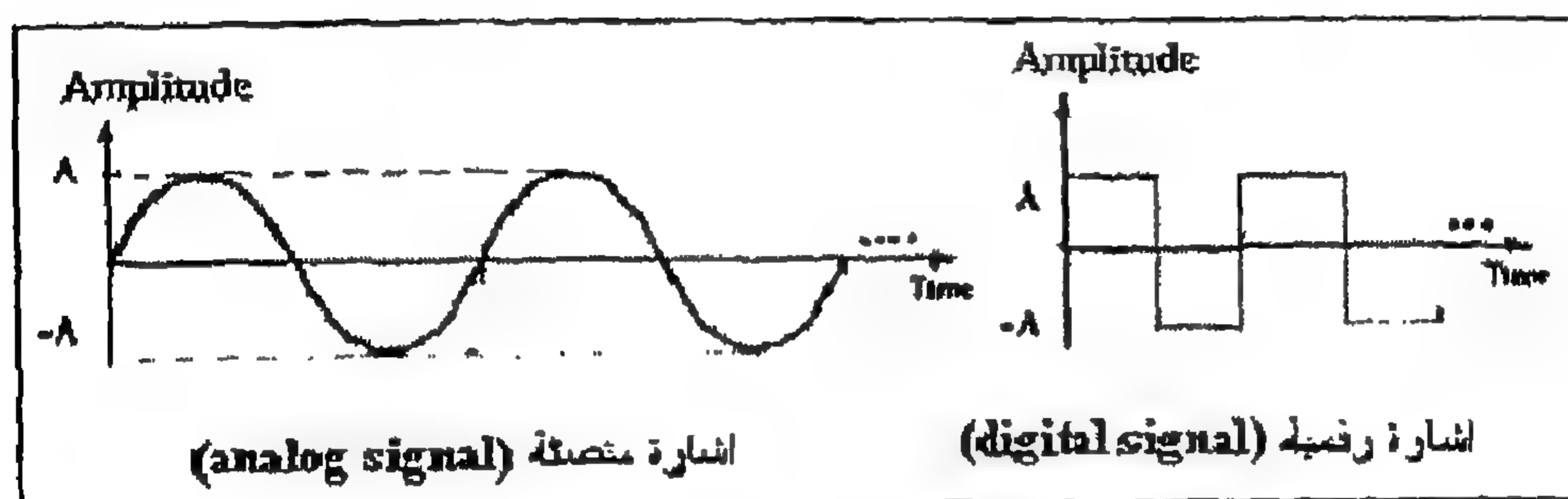
(2) تردد الإشارة (F) Frequency

التردد (Frequency) هو عدد الذبذبات (الدورات) الكاملة للإشارة الدورية في الثانية الواحدة. يقاس التردد بالهرتز (Hz) حيث أن one Hz تمثل دورة واحدة في الثانية. تردد الإشارة (F) هو معكوس الزمن الدوري (T)

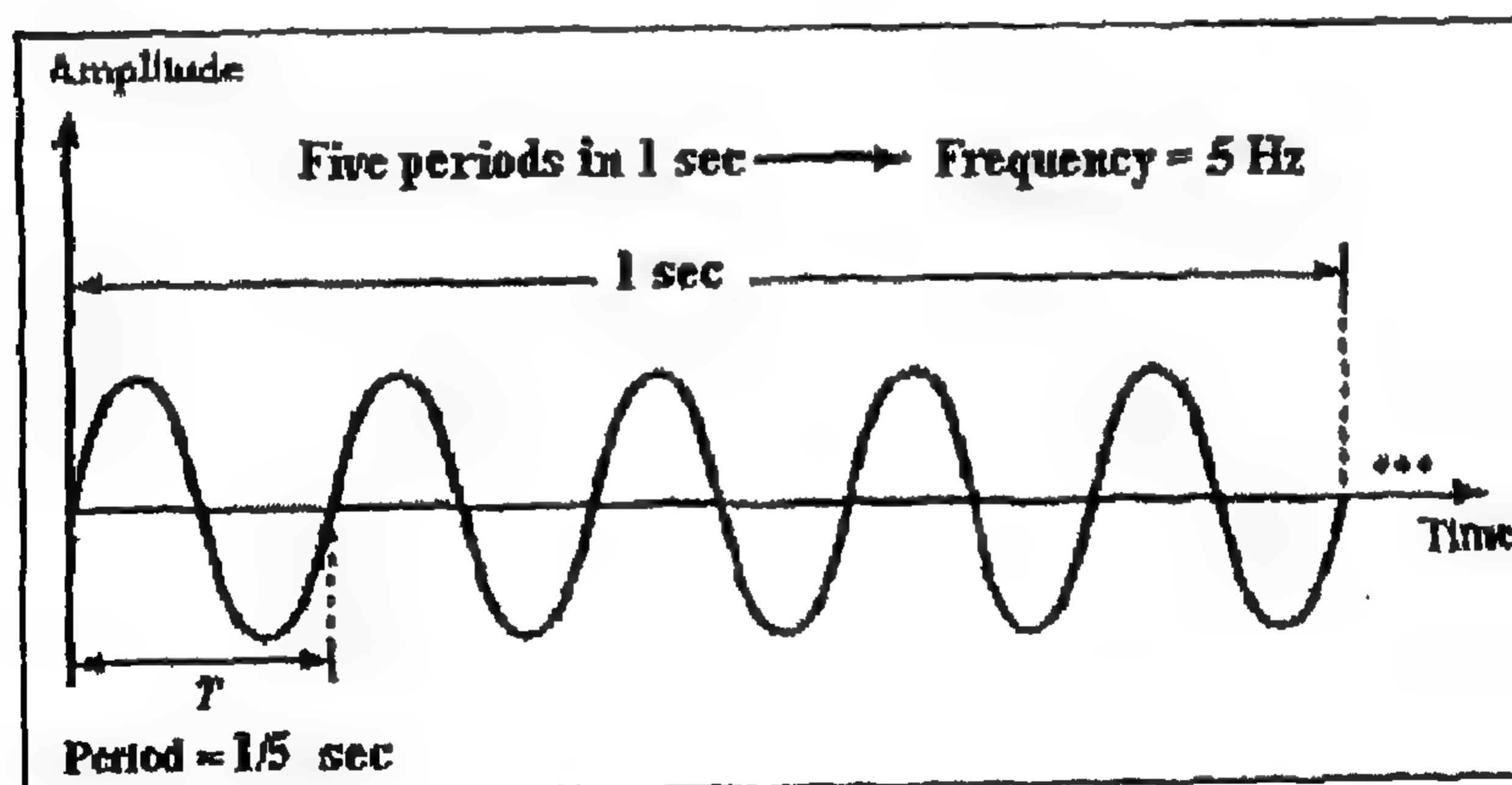
$$\text{Frequency (F)} = \frac{1}{\text{Period (T)}}$$

$$\text{Hz} = \frac{1}{\text{sec}} = \text{sec}^{-1}$$

الشكل رقم 14 يمثل إشارة متصلة دورية (periodic analog signal) ترددها يساوي 5 Hz حيث أنها تتكون من 5 دورات كاملة في الثانية الواحدة



شكل 13: سعات الإشارات الرقمية والمتصلة



شكل 14: إشارة متصلة دورية ترددها يساوي 5 Hz

من الدوري (period) للإشارة الموضحة في الشكل رقم 14 يساوي 0.2 sec. جدول رقم 2 يوضح وحدات الزمن الدوري (period) ووحدات التردد (frequency)

جدول 2 : وحدات التردد والزمن الدوري

وحدات الزمن الدوري		وحدات التردد	
الوحدة	المكافئ	الوحدة	المكافئ
Seconds (sec)	1 sec	Hertz (Hz)	1 Hz
Milliseconds (msec)	10^{-3} sec	Kilohertz (KHz)	10^3 Hz
Microseconds (μ sec)	10^{-6} sec	Megahertz (MHz)	10^6 Hz
Nanoseconds (nsec)	10^{-9} sec	Gigahertz (GHz)	10^9 Hz
Picoseconds (psec)	10^{-12} sec	Terahertz (THz)	10^{12} Hz

مثال 1 :

إشارة دورية لها زمن دوري (period) يساوي 100 msec. احسب تردد

الإشارة معبرا عنه Hz and KHz

الحل:

$$T = 100 \text{ msec} = 100 * 10^{-3} \text{ sec} = 0.1 \text{ sec}$$

$$F (\text{Hz}) = \frac{1}{T (\text{sec})} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ Hz}$$

$$F (\text{KHz}) = 10 * 10^{-3} \text{ KHz} = 10^{-2} \text{ KHz}$$

مثال 2 :

إشارة لها تردد (Frequency) يساوي 100 KHz. احسب الزمن الدوري للإشارة

معبرا عنه msec and μ sec

الحل:

$$F = 100 \text{ KHz} = 100 * 10^3 \text{ Hz} = 10^5 \text{ Hz}$$

$$T (\text{sec}) = \frac{1}{F (\text{Hz})} = \frac{1}{10^5} = 10^{-5} \text{ sec}$$

$$T(m \text{ sec}) = 10^{-5} * 10^3 m \text{ sec} = 10^{-2} m \text{ sec}$$

$$T(\mu \text{ sec}) = 10^{-5} * 10^6 \mu \text{ sec} = 10 \mu \text{ sec}$$

ملاحظة: إذا كان الزمن الدوري للإشارة صغيرا كان عدد الذبذبات (الدورات) في الثانية عالي (تردد عالي) والعكس صحيح فإذا كان الزمن الدوري للإشارة كبيرا كان عدد الذبذبات (الدورات) في الثانية صغيرا (تردد منخفض).

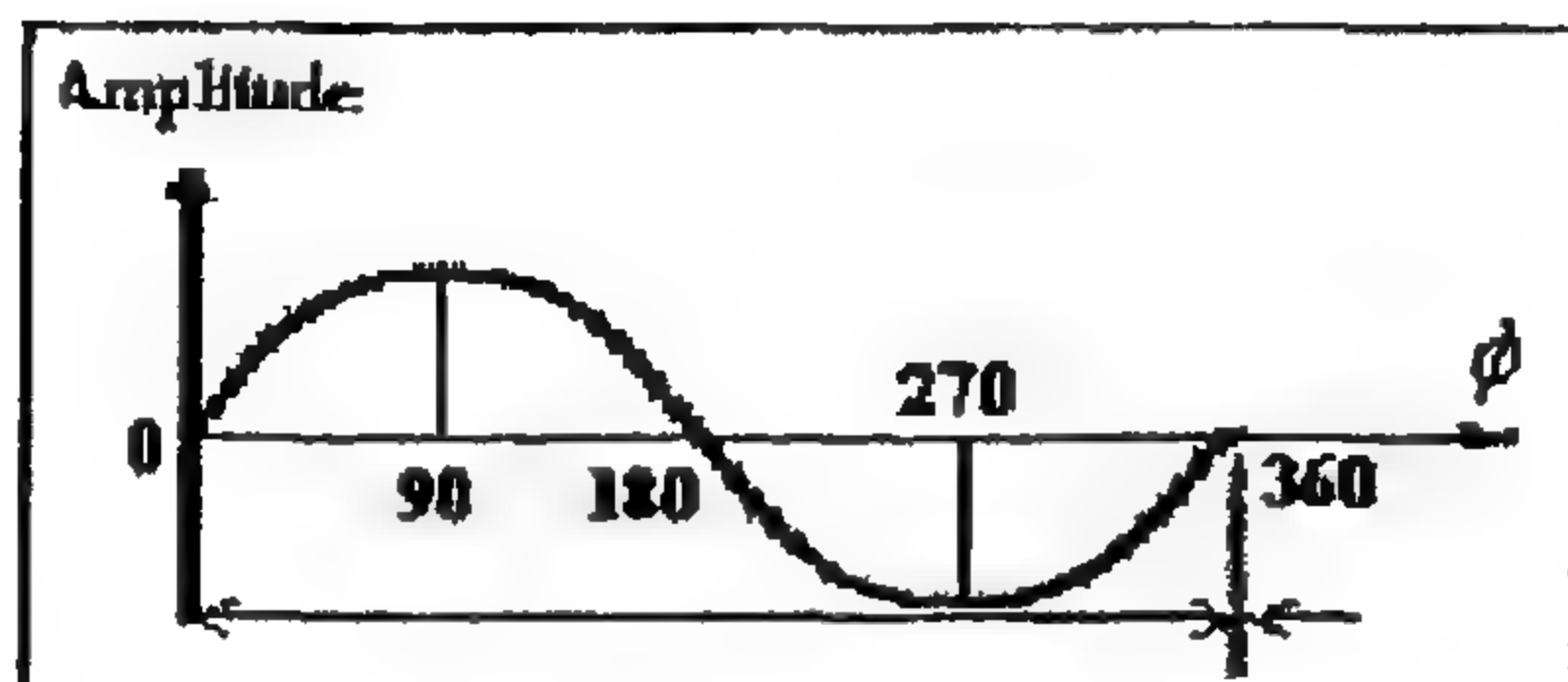
إذا كانت الإشارة لا تتكرر (الزمن الدوري يصل إلى ما لا نهاية) يكون تردد الإشارة يساوي صفر وإذا كانت الإشارة تتكرر بصورة سريعة جدا (الزمن الدوري يساوي صفر تقريبا) يكون تردد الإشارة عالي جدا يصل إلى ما لا نهاية

3) طور الإشارة (Phase (φ

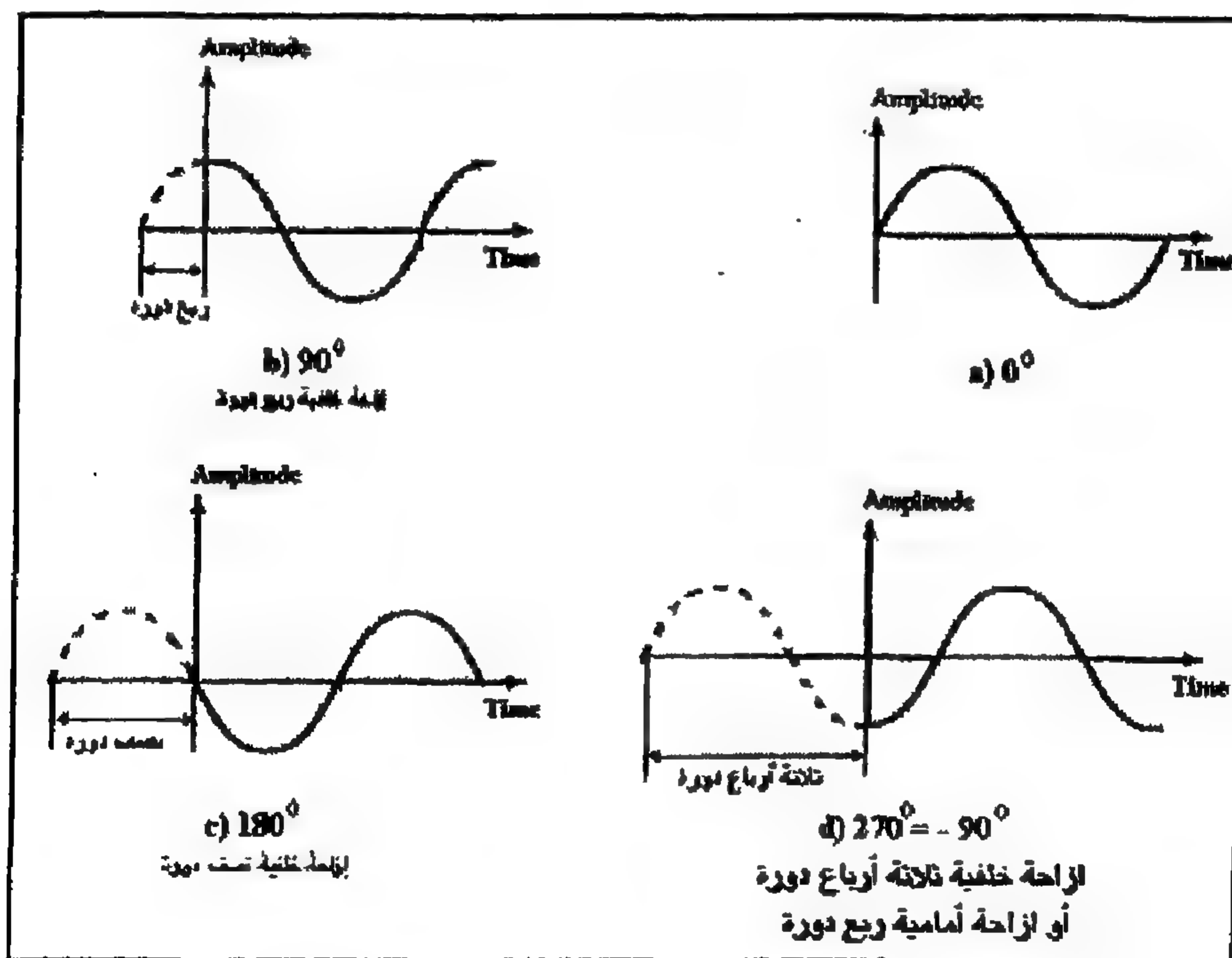
الطور يبين وضع الإشارة مقارنة بالصفر الزمني ويمكن تعريفه بأنه مقياس البداية النسبية للإشارة عند الصفر الزمني. يمكن أن يحدث للإشارات إزاحة أمامية (forward) أو إزاحة خلفية (backward) في النطاق الزمني. الطور يحدد قيمة واتجاه هذه الإزاحة. إذا كان مقدار الطور موجب فهذا يعني أن الإشارة أزيحت للخلف وإذا كان مقدار الطور قيمة سالبة فهذا يعني أن الإشارة أزيحت للأمام. يقاس الطور بالدرجات (degree) في التقدير الستيني وبالراديان (radian) في التقدير الدائري حيث أن 360 درجة في التقدير الستيني تناظر 2π في التقدير الدائري ($\pi = 3.1414$).

الدورة الكاملة للإشارة الجيبية (sinusoidal signal) يساوي 360 درجة. الشكل رقم 15 يوضح الدورة الكاملة للأشارة الدورية المتصلة. إذا كان طور الإشارة يساوي 360 درجة فهذا يعني أن الإشارة أزيحت دورة كاملة للخلف وإذا كان الطور يساوي 180 درجة فهذا يعني أن الإشارة أزيحت نصف دورة كاملة للخلف.

يوجد إزاحة خلفية ربع دورة وبالتالي يكون طور هذه الإشارة يساوي 90° درجة. في الشكل (c) يوجد إزاحة خلفية نصف دورة وبالتالي يكون طور هذه الإشارة يساوي 180° درجة. في الشكل (d) يوجد إزاحة أمامية ربع دورة أو إزاحة خلفية ثلاثة أرباع دورة وبالتالي يكون طور هذه الإشارة يساوي (-90°) أو (270°) درجة.



شكل 15: الدورة الكاملة للإشارة الدورية المتصلة (موجة جيبية)



شكل 16: مقدار الطور لبعض الإشارات الجيبية

مثال 3 :

إشارة جيبية أزيحت للخلف بمقدار سدس الدورة الكاملة. أحسب طور الإشارة "XE طور الإشارة" بالتقدير الستيني والدائري.

الحل:

الدورة الكاملة = 360 درجة

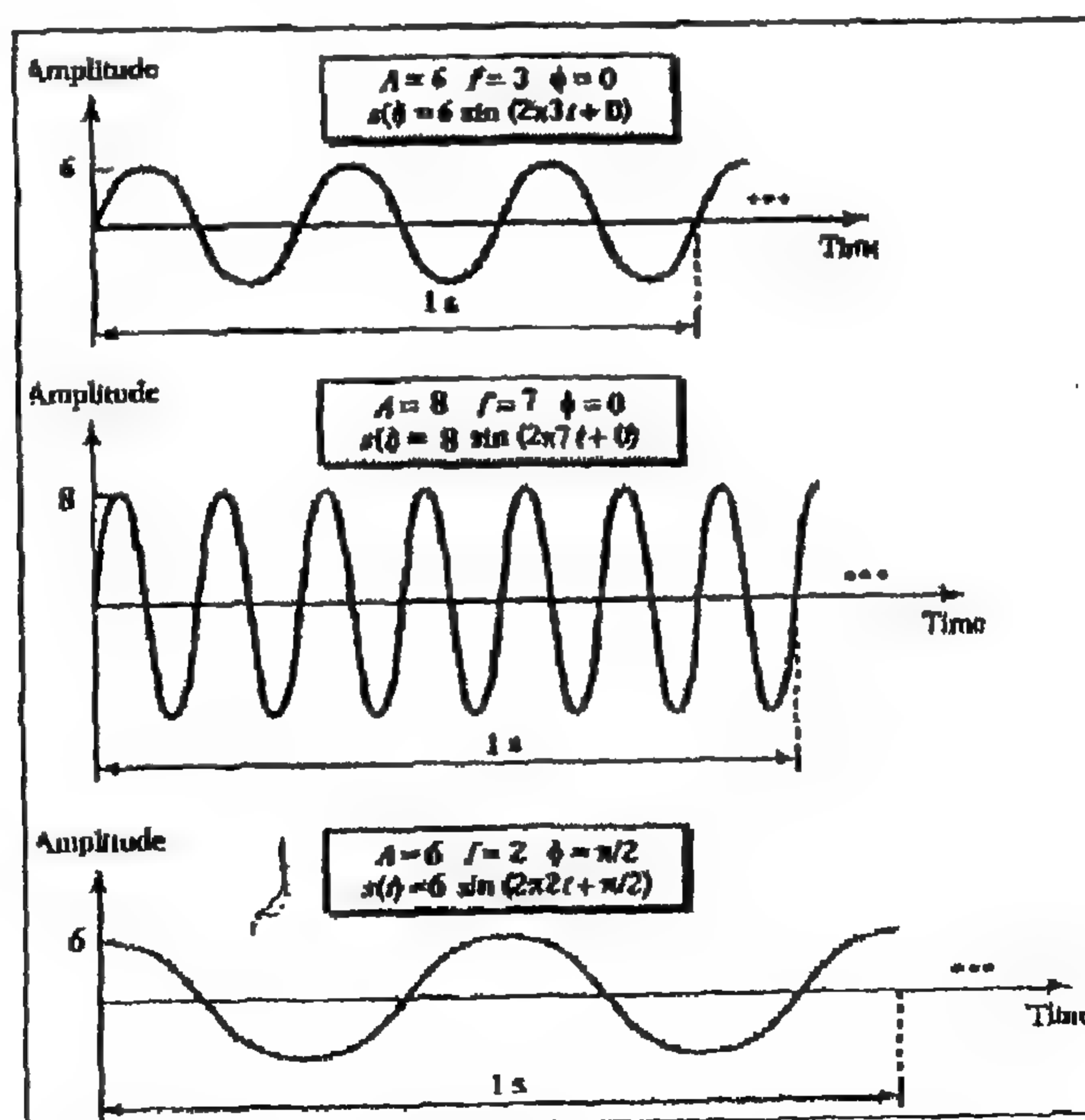
$$\begin{aligned} \text{phase} &= \frac{1}{6} \times 360 = 60 \text{ degree} \\ &= 60 \times \frac{2\pi}{360} \text{ rad} = 1.046 \text{ rad} \end{aligned}$$

لتحويل قيمة الطور من تقدير ستيني إلى تقدير دائري يتم ضرب قيمة الطور في $\frac{2\pi}{360}$ ولتحويل قيمة

الطور من تقدير دائري إلى تقدير ستيني يتم ضرب القيمة قيمة الطور في $\frac{360}{2\pi}$ حيث أن قيمة π تساوي

3.1415. الشكل 17 يوضح قيم السعة (amplitude) والتردد (Frequency) {XE "Frequency"}

والطور (phase) والتمثيل الرياضي لبعض الإشارات الجيبية في النطاق الزمني "XE النطاق الزمني" .{



الشكل 17: السعة (amplitude) والتردد (Frequency) {XE "Frequency"}

والطور (phase) والتمثيل الرياضي لبعض الإشارات الجيبية.

(4) الطول الموجي "XE" الطول الموجي " { للإشارة Wavelength }XE {"Wavelength"}(λ)

الطول الموجي "XE" الطول الموجي " { (λ) للإشارة هو مسافة دورة كاملة للإشارة أو المسافة بين نقطتيان لهما نفس الطور خلال دورتان متعاقبتان. يقاس الطول الموجي بالمتر (meter). الجدول رقم 3 يوضح وحدات قياس الطول الموجي

بفرض أن الإشارة تتحرك في الفراغ بسرعة الضوء ($c = 3 \times 10^8$ m/sec) فإن الطول الموجي "XE" الطول الموجي " { (λ) يمكن حسابه من العلاقة التالية :

$$\lambda (m) = c (m/sec) \times T(sec)$$

$$\lambda (m) = \frac{c (m/sec)}{F(Hz)}$$

حيث أن : c سرعة الضوء Speed of light = 3×10^8 m/sec

F تردد الإشارة "XE" تردد الإشارة " { Frequency }XE

of the signal {"Frequency"

T الزمن الدوري Period

للإشارات الدورية { "الطول الموجي" XE } جدول 3 : وحدات الطول الموجي

وحدات الطول الموجي "XE" الطول الموجي "	
المكافئ	الوحدة
1 m	Meters (m)
10^3 m	Kilometers (Km)
10^{-3} m	Millimeter (mm)
10^{-6} m	Micrometers (μ m)
10^{-9} m	Nanometers (nm)
10^{-12} m	Picometers (pm)

مثال 4 :

أوجد الطول الموجي { "XE الطول الموجي " } لإشارة جيبية ترددها يساوي 100 GHz

. عبر عن الطول الموجي بالوحدات : m and mm

الحل:

$$F = 100 \text{ GHz} = 100 * 10^9 \text{ Hz} = 10^{11} \text{ Hz}$$

$$\lambda (m) = \frac{c (m/sec)}{F(Hz)} = \frac{3 * 10^8}{10^{11}} = 3 * 10^{-3} m$$

$$\lambda (mm) = 3 * 10^{-3} * 10^3 = 3 mm$$

مثال 5 :

إذا علمت أن الزمن الدوري لإشارة جيبية يساوي 10 μsec فأوجد التردد (معبرا عنه بالوحدة KHz) والطول الموجي (معبرا عنه بالوحدات m, and Km)

الحل:

$$T(\text{sec}) = 10 \mu\text{sec} = 10 * 10^{-6} \text{ sec} = 10^{-5} \text{ sec}$$

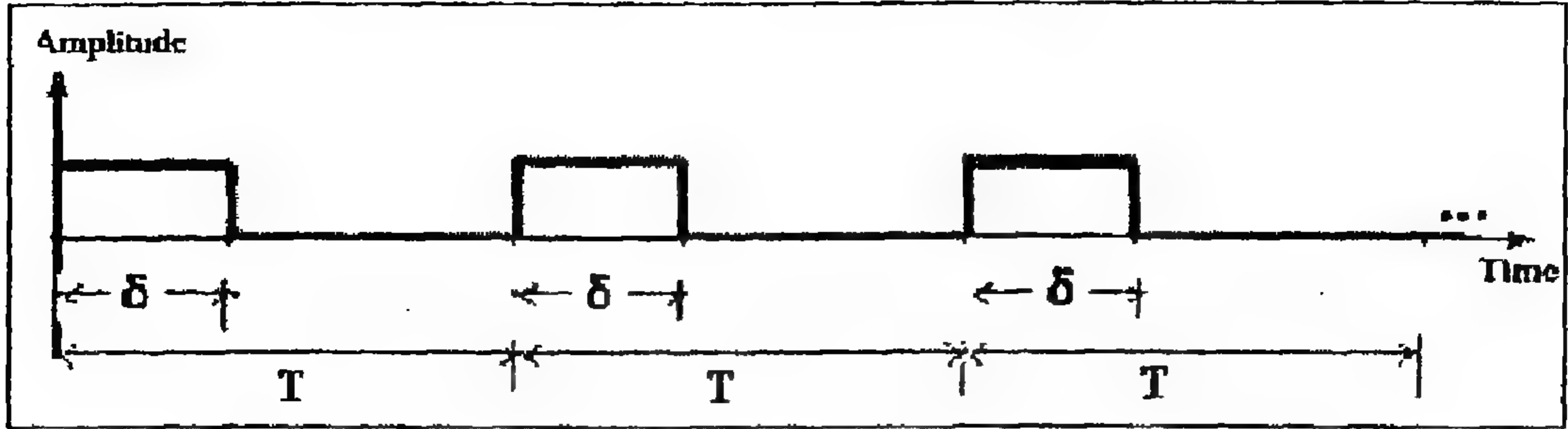
$$F(Hz) = \frac{1}{T(\text{sec})} = \frac{1}{10^{-5}} \text{ Hz} = 10^5 \text{ Hz} = 10^5 * 10^{-3} \text{ KHz} = 100 \text{ KHz}$$

$$\lambda (m) = \frac{c (m/sec)}{F(Hz)} = \frac{3 * 10^8}{10^5} = 3 * 10^3 m$$

$$\lambda (Km) = 3 * 10^{-3} * 10^3 \text{ Km} = 3 \text{ Km}$$

(5) فترة الإشارة { "XE فترة الإشارة " } Duration { XE "Duration" } (δ)

فترة الإشارة { "XE فترة الإشارة " } (duration) هي الفترة الزمنية خلال دورة كاملة والتي يكون عندها سعة (amplitude) الإشارة الدورية تساوي قيمة موجبة ثابتة. الشكل 18 يوضح فترة (duration) الإشارة الدورية الرقمية. وحدات قياس فترة الإشارة (duration) هي نفس وحدات قياس الزمن الدوري (period)



شكل 18: فترة الإشارة (duration) لإشارة دورية متصلة

مثال 6 :

إشارة دورية رقمية ترددها 20KHz. احسب فترة الإشارة (duration) إذا علمت أن فترة الإشارة (duration) تساوي نصف الزمن الدوري للإشارة.

الحل:

$$F(\text{Hz}) = 20 * 10^3 \text{ Hz}$$

$$T(\text{sec}) = \frac{1}{F(\text{Hz})} = \frac{1}{20 * 10^3} \text{ sec} = 0.5 * 10^{-4} \text{ sec} = 0.5 * 10^{-4} * 10^6 \mu\text{sec} = 50 \mu\text{sec}$$

$$\delta(\mu\text{sec}) = \frac{T(\mu\text{sec})}{2} = 25 \mu\text{sec}$$

6) زمن انتشار الإشارة (Propagation time t_0)

يعرف زمن الانتشار (propagation time) بخارج قسمة المسافة التي تقطعها الإشارة (distance traveled by the signal) على سرعة انتشار الإشارة (propagation speed).

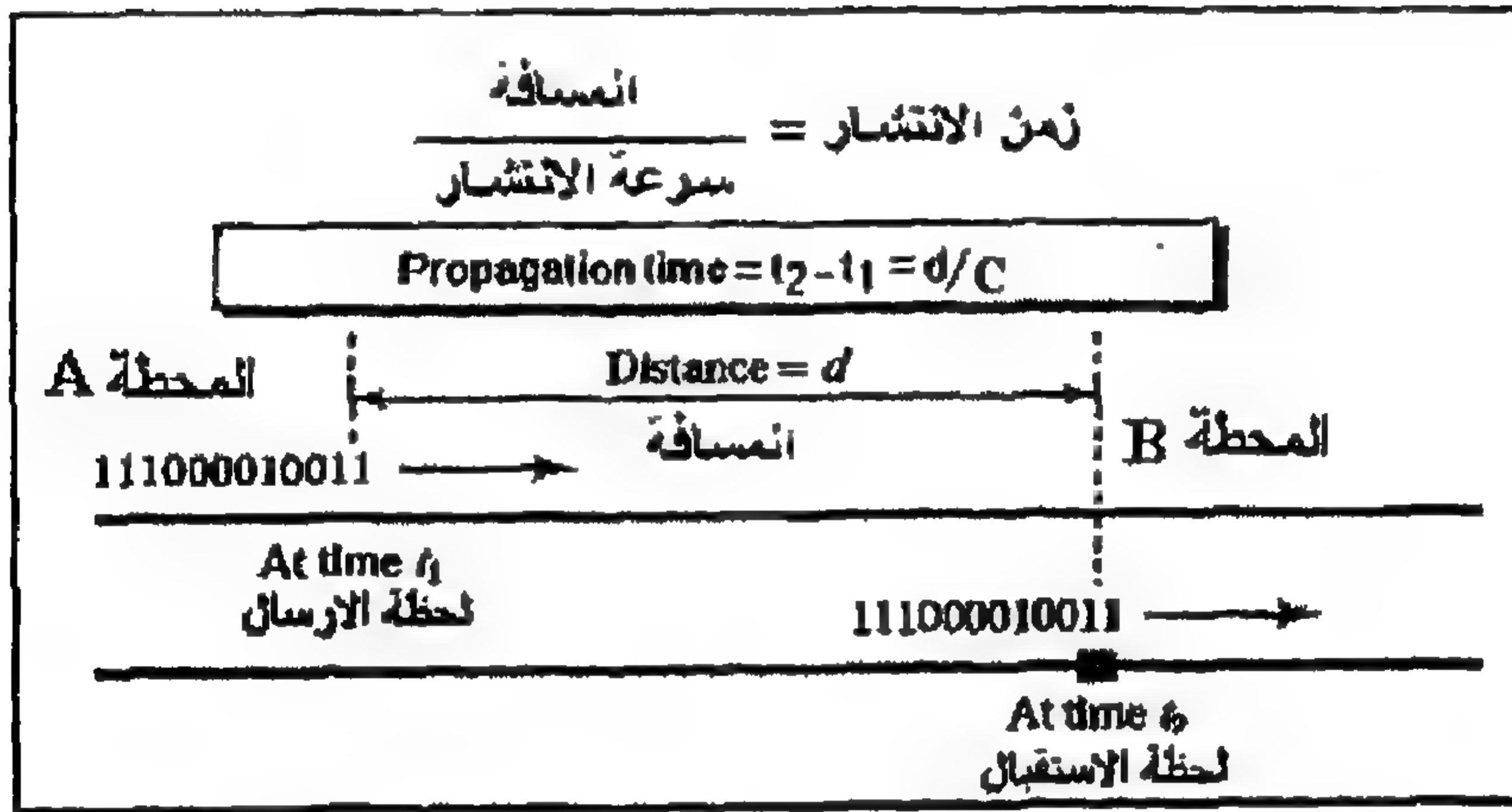
يرمز لزمن الانتشار بالرمز (t_0) وللمسافة التي تقطعها الإشارة خلال سريانها في وسط الإرسال بالرمز (d).

تُقاس وحدات زمن الإشارة بنفس وحدات الزمن الدوري. يمكن حساب زمن انتشار الإشارة من المعادلة التالية:

$$\text{Propagation time(sec)} = \frac{\text{distance traveled by the signal(m)}}{\text{propagation speed(m/sec)}}$$

$$t_0(\text{sec}) = \frac{d(\text{m})}{C(\text{m/sec})}$$

الشكل رقم 19 يوضح عملية حساب زمن الانتشار (propagation time) حيث أن الإشارة انتقلت من المحطة A عند الزمن t_1 ووصلت إلى المحطة B عند الزمن t_2 وبالتالي يكون زمن الانتشار يساوي $(t_2 - t_1)$ ويمكن حسابه بمعرفة سرعة الانتشار والمسافة التي قطعها الإشارة



شكل 19: انتقال إشارة رقمية من المحطة A إلى المحطة B

مثال 7 :

احسب زمن الانتشار لإشارة رقمية قطعت مسافة مقدارها 100Km خلال انتقالها من المحطة A إلى المحطة B.

الحل:

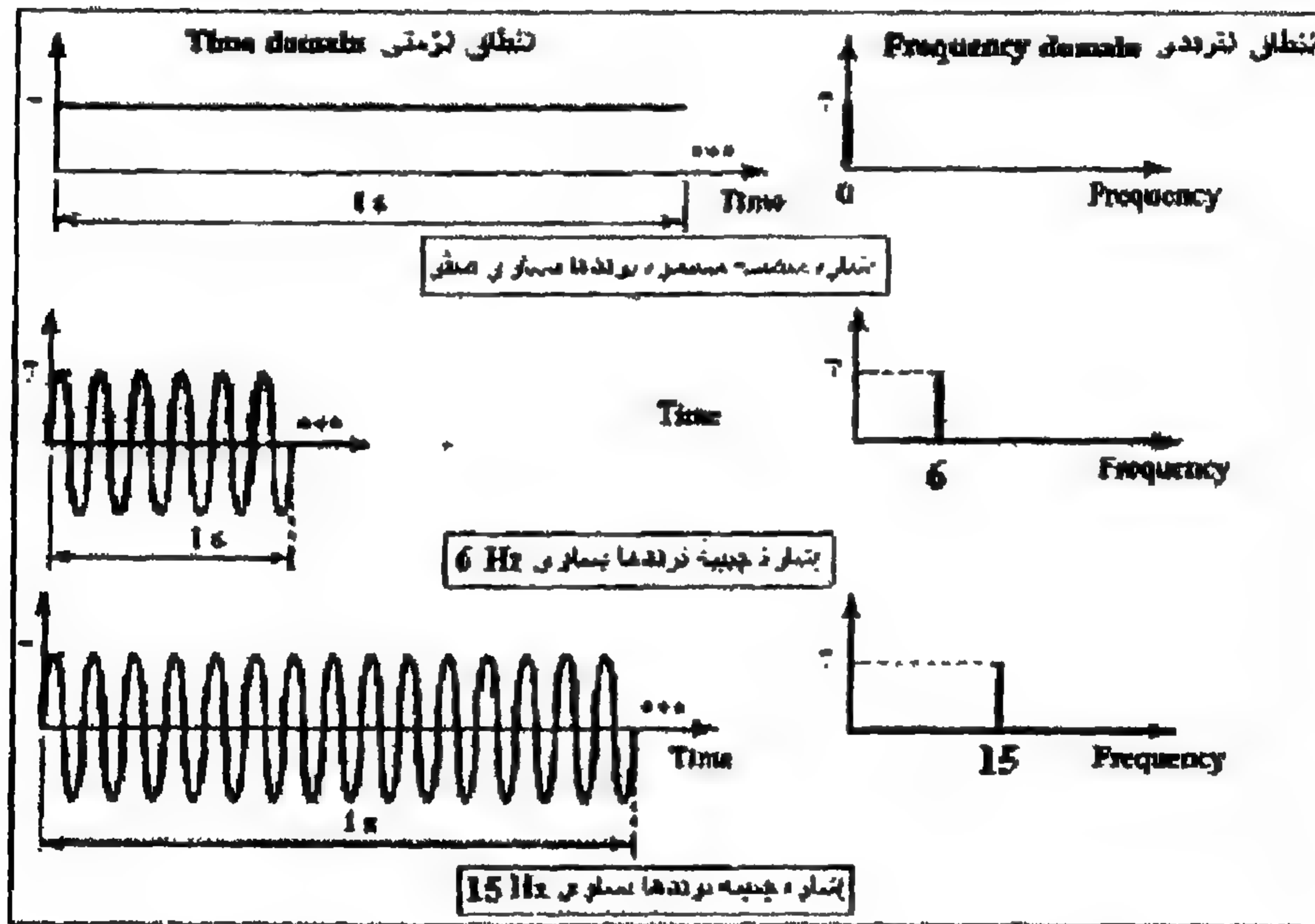
المسافة التي قطعها الإشارة (d) تساوي 300 Km وسرعة انتشار الإشارة يساوي سرعة انتشار الضوء (C) والذي يساوي 3×10^8 m/sec فان زمن الانتشار يساوي:

$$\text{Propagation time(sec)} = \frac{d(\text{m})}{C(\text{m/sec})} = \frac{300 \times 10^3}{3 \times 10^8} \text{sec} = 3 \times 10^{-3} \text{sec} = 3 \text{ m sec}$$

1.7 مفهوم النطاق الزمني الترددي

TIME AND FREQUENCY DOMAINS CONCEPTS

الإشارات المتولدة بواسطة أجهزة الإرسال تتغير مع الزمن (دالة في الزمن). الإشارات المتصلة يفضل تمثيلها في النطاق الترددي (frequency domain) وذلك لإمكانية تحديد عدد الموجات الجيبية (sinusoidal waves) التي تحتويها هذه الإشارة وذلك بعكس النطاق الزمني (time domain) الذي يوضح شكل الإشارة وتغيرها مع الزمن فقط. الشكل رقم 20 يوضح تمثيل بعض الإشارات المتصلة (analog signals) في النطاق الترددي والنطاق الزمني



شكل 20 : تمثيل الإشارات في النطاق الزمني والنطاق الترددي

من الشكل السابق يتضح الآتي:

الإشارة الجيبية $s(t) = A \sin(2\pi f t)$ تحتوي على مركبة واحدة عند قيمة تردد الإشارة. في النطاق الترددي يتم تمثيل الموجه الجيبية بخط رأسي عند تردد الإشارة

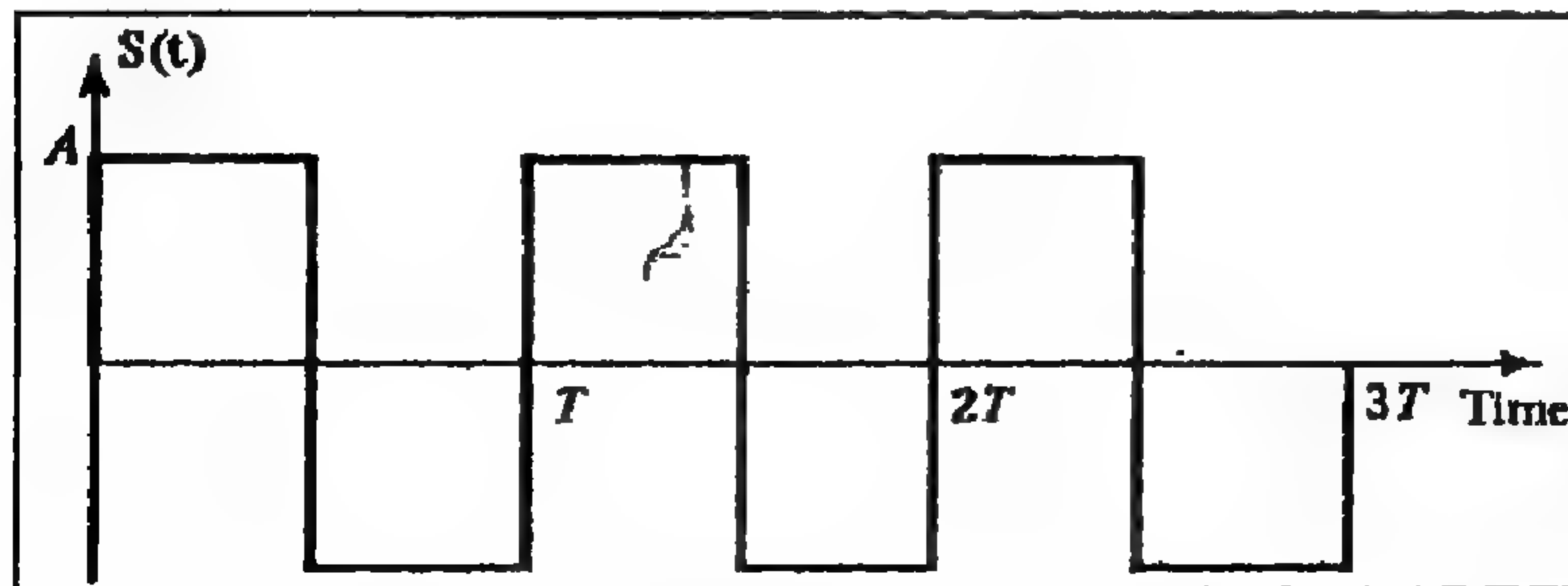
وبطول يمثل سعة الإشارة. الإشارة المستمرة (dc signal) $s(t) = A$ لها مركبة واحدة عند التردد $F=0$.

الإشارات الجيبية (ذات التردد الواحد) غالبا لا تستخدم في عملية الاتصالات وغالبا يتم تغير بعض خصائص الإشارة لإمكانية استخدامها في الاتصالات. عند تغير خصائص الإشارة الجيبية تصبح الإشارة مركبة أي تحتوي على أكثر من موجة جيبية. تبعا لتحليل Fourier للإشارات تبين أن الإشارات المركبة يمكن تمثيلها بمجموعة من الإشارات الجيبية التي لها ترددات (frequency) وطور (phase) وسعات (amplitude) مختلفة.

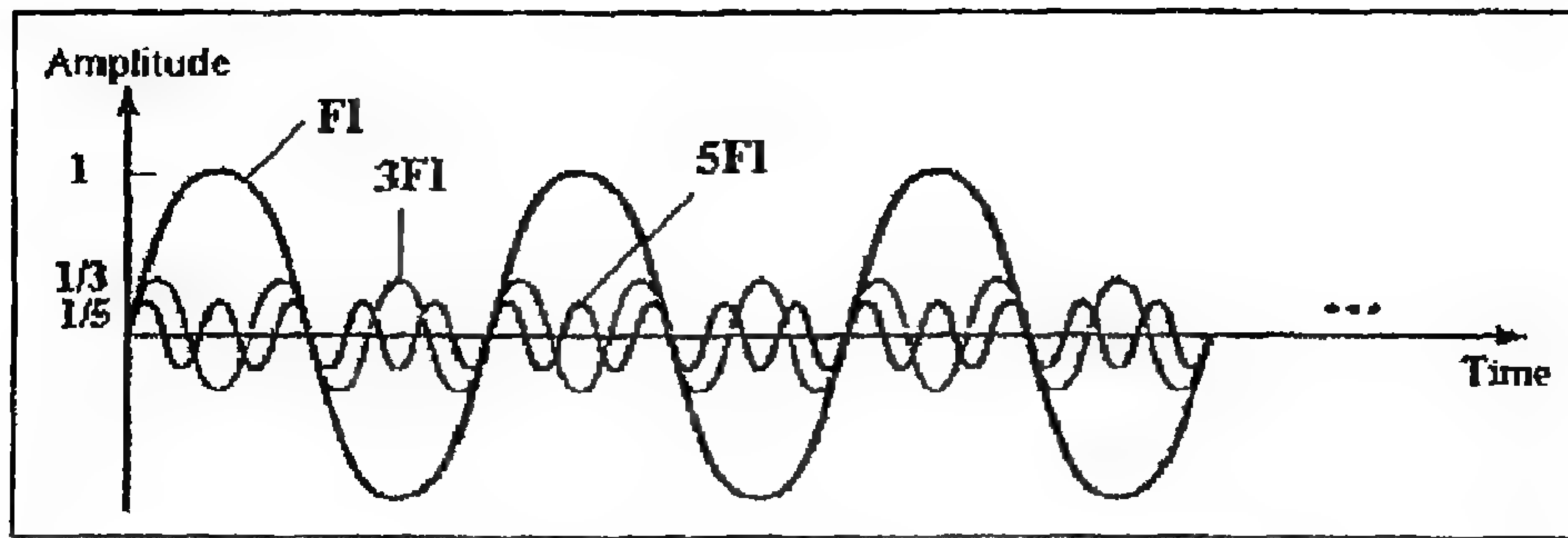
الشكل 21 يوضح شكل إشارة مربعة تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية. الشكل 22 يوضح تمثيل (في النطاق الزمني) ثلاث إشارات جيبية مختلفة التردد (F_1, F_2 , and F_3) والسعة ($1, 1/3$ and $1/5$). الشكل 23 يوضح الإشارة المركبة (في النطاق الزمني) الناتجة من مجموع الثلاث إشارات الجيبية الموضحة في الشكل 22. التمثيل الرياضي للإشارة المركبة في النطاق الزمني يعطى بالمعادلة

$$S_1(t) = \sin[2\pi(F_1)t] + \frac{1}{3}\sin[2\pi(3F_1)t] + \frac{1}{5}\sin[2\pi(5F_1)t]$$

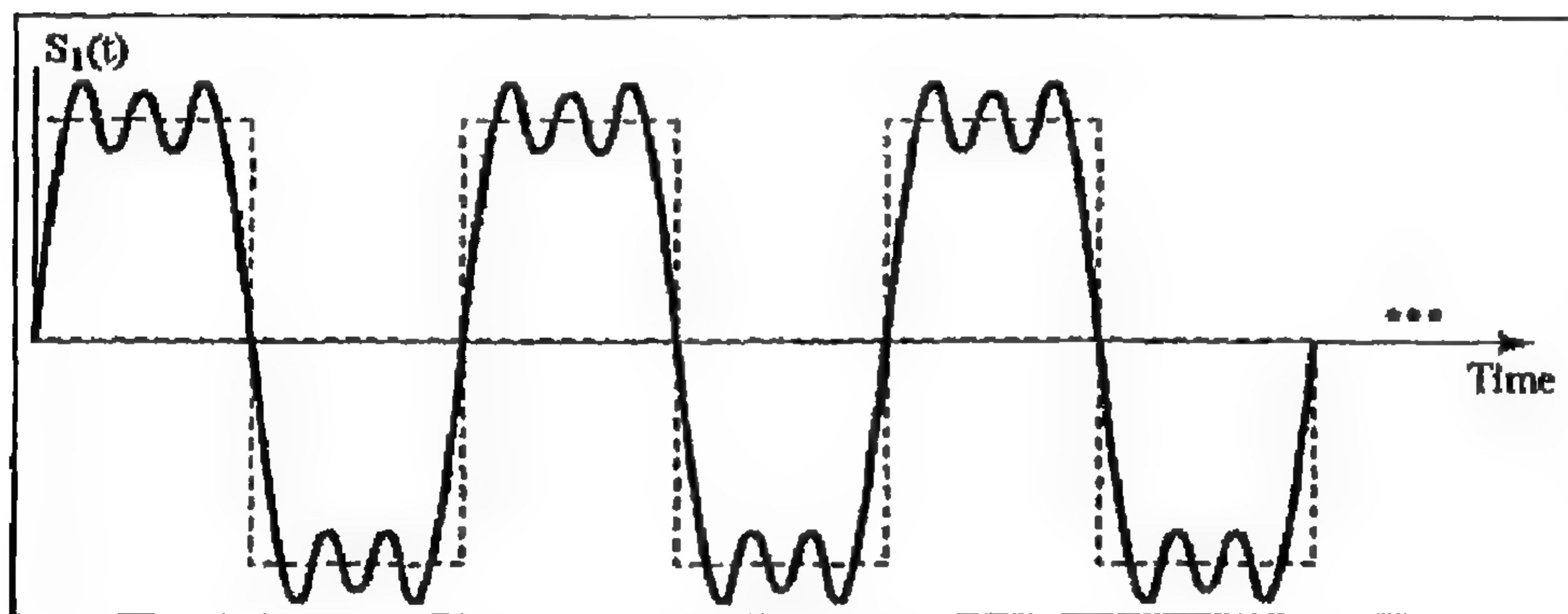
الشكل 24 يوضح تمثيل الإشارة المركبة في النطاق الترددي والذي يبين أن الإشارة تتكون من ثلاث مركبات (إشارات جيبية) عند الترددات F_1, F_2 , and F_3 سعاتها $1, 1/3$ and $1/5$



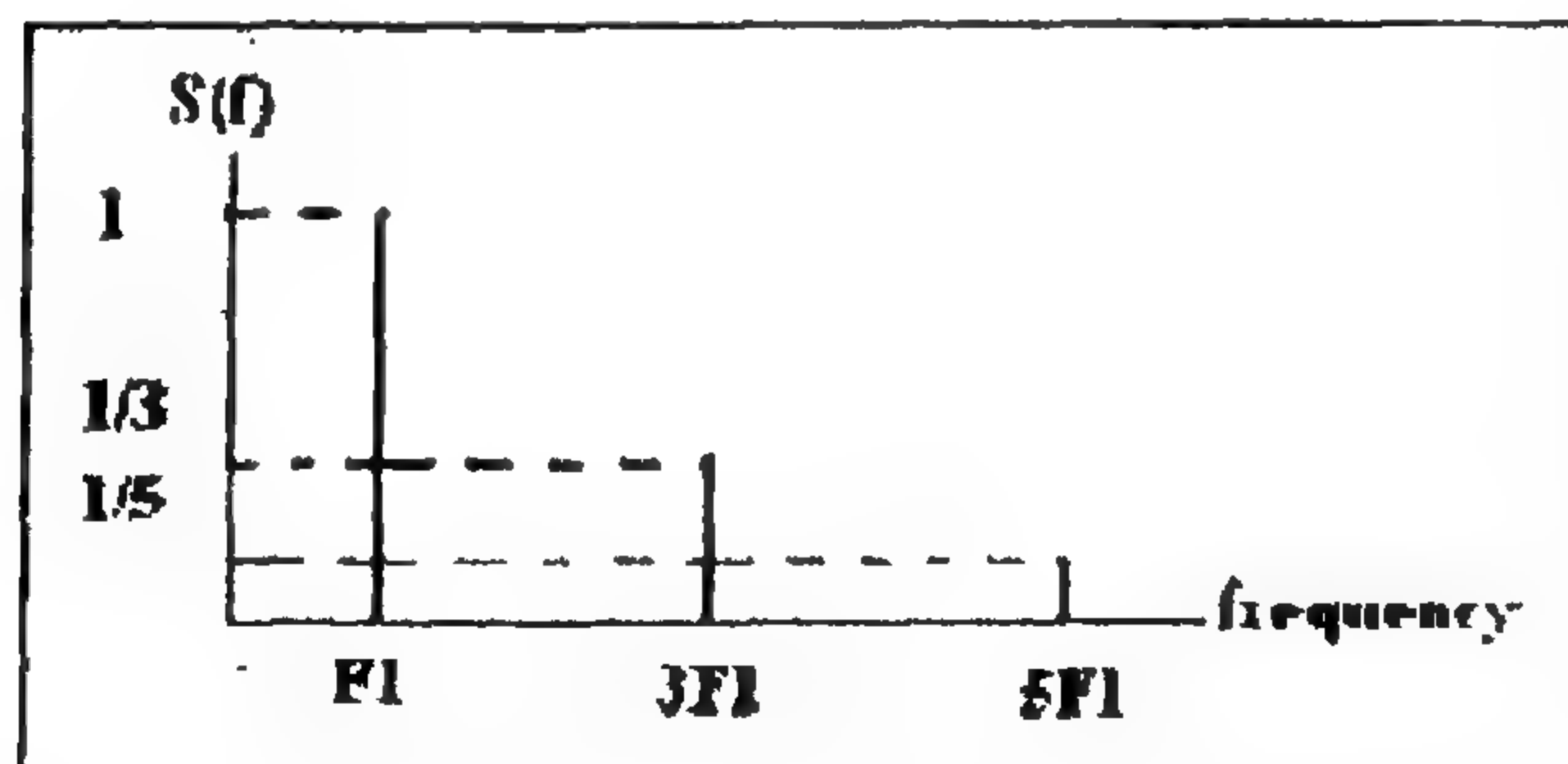
شكل 21: إشارة مربعة تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية



شكل 22: تمثيل (في النطاق الزمني) ثلاث إشارات جيبية مختلفة التردد ($F1$, $F2$, and $F3$) والسعة (1 , $1/3$ and $1/5$)



شكل 23 : الإشارة المركبة (في النطاق الزمني) الناتجة من مجموع الثلاث إشارات الجيبية الموضحة في الشكل 22



شكل 24 : تمثيل الإشارة المركبة الموضحة في الشكل 23 في النطاق الترددي

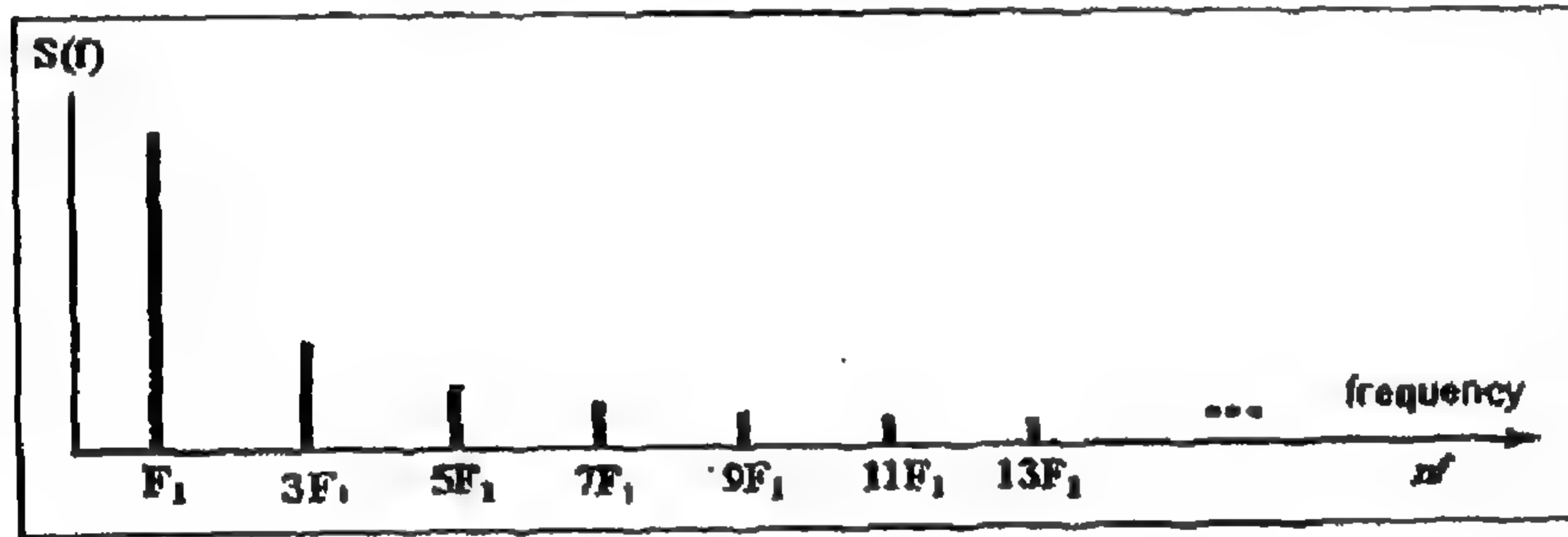
(1.8) الطيف والمدى الترددي للإشارات

SPECTRUM AND BANDWIDTH OF THE SIGNAL

طيف الإشارات Spectrum of the signal

يقصد بطيف الإشارة هو تمثيل الإشارات المركبة في النطاق الترددي وذلك لمعرفة عدد المركبات (الموجات الجيبية) التي تحتويها هذه الإشارة وتردد كل منها

الشكل 24 يوضح الطيف الترددي (frequency spectrum) لإشارة مركبة تحتوي على ثلاث إشارات جيبية تردداتها هو F_1 , $3F_1$, and $5F_1$. الشكل رقم 25 يوضح الطيف الترددي (frequency spectrum) لموجة مربعة (square wave) تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية.



شكل 25: الطيف الترددي لموجة مربعة (spectrum of a square wave)

تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية

المدى الترددي للإشارة Signal Bandwidth

يعرف المدى الترددي للإشارة (signal bandwidth) بعرض طيف الإشارة أو حيز الترددات الموجودة داخل الإشارة. يمكن حساب المدى الترددي للإشارة بأنه الفرق بين أعلى وأقل تردد داخل الإشارة

$$B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$

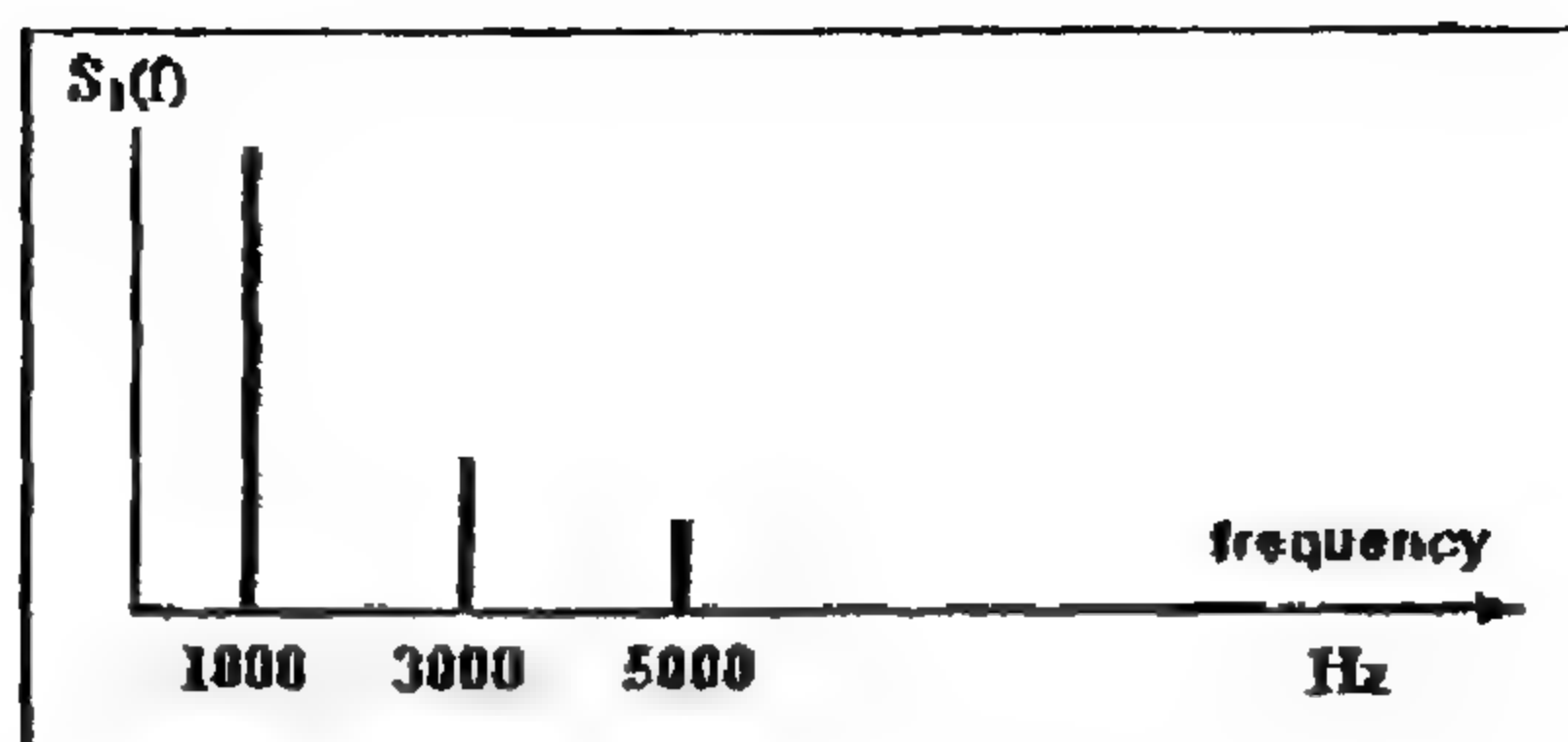
حيث أن: B_S المدى الترددي للإشارة signal bandwidth

F_{UPPER} أعلى تردد لموجة جيبية تحتويها الإشارة

F_{LOWER} أقل تردد لموجة جيبية تحتويها الإشارة

مثال 8 :

الشكل رقم 26 يوضح طيف إشارة مركبة تحتوي على ثلاث موجات جيبية تردداتها 1000 Hz, 3000 Hz, and 5000 Hz. احسب المدى الترددي signal bandwidth لهذه الإشارة



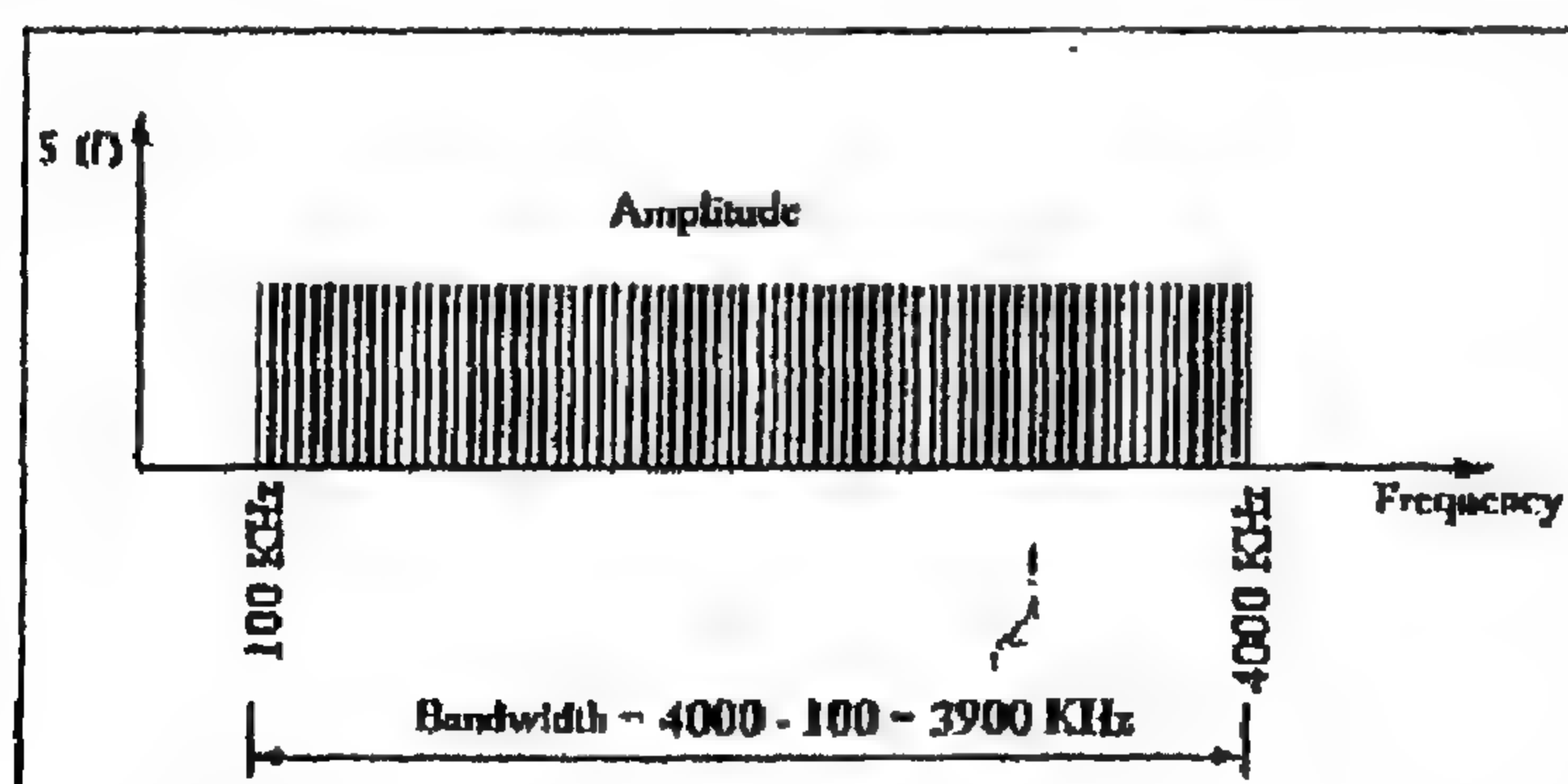
شكل 26: الطيف الترددي لإشارة مركبة تحتوي على ثلاث موجات جيبية تردداتها 1000 Hz, 3000 Hz, and 5000 Hz

الحل:

$$\text{Signal bandwidth} = B_S = F_{\text{UPPER}} - F_{\text{LOWER}} = 5000 - 1000 = 4000 \text{ Hz}$$

مثال 9 :

الشكل رقم 27 يوضح إشارة مركبة تحتوي على إشارات جيبية كثيرة تقع تردداتها بين 50 KHz and 3050 KHz. احسب المدى الترددي signal bandwidth للإشارة



شكل 27: إشارة مركبة تحتوي على إشارات جيبية كثيرة تقع

تردداتها بين 100 KHz and 40000 MHz

الحل:

$$\begin{aligned}\text{Signal bandwidth} &= B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER} \\ &= 4000 - 100 = 3900 \text{ KHz}\end{aligned}$$

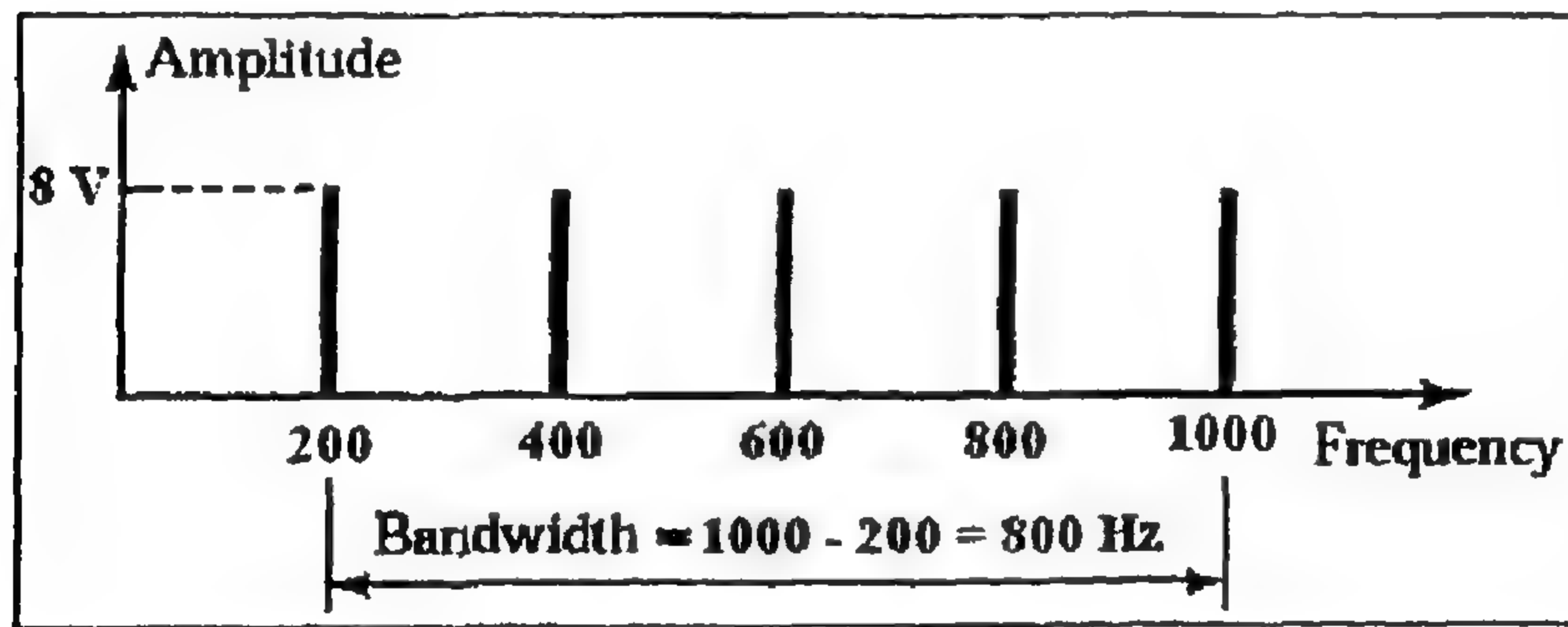
مثال 10 :

إشارة دورية تتكون من 5 إشارات جيبية سعة كل منها 10V وتردداتها 100, 300, 500, 700, and 900Hz . أحسب المدى الترددي للإشارة وارسم الإشارة في النطاق الترددي (frequency domain)

الحل:

$$\text{Signal bandwidth} = B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER} = 900 - 100 = 800 \text{ Hz}$$

طيف الإشارة المركبة الموضح في الشكل 28 يحتوي على 5 مركبات جيبية عند الترددات 200, 400, 600, 800, and 1000 Hz يكون نطاقها الترددي يساوي 800 Hz



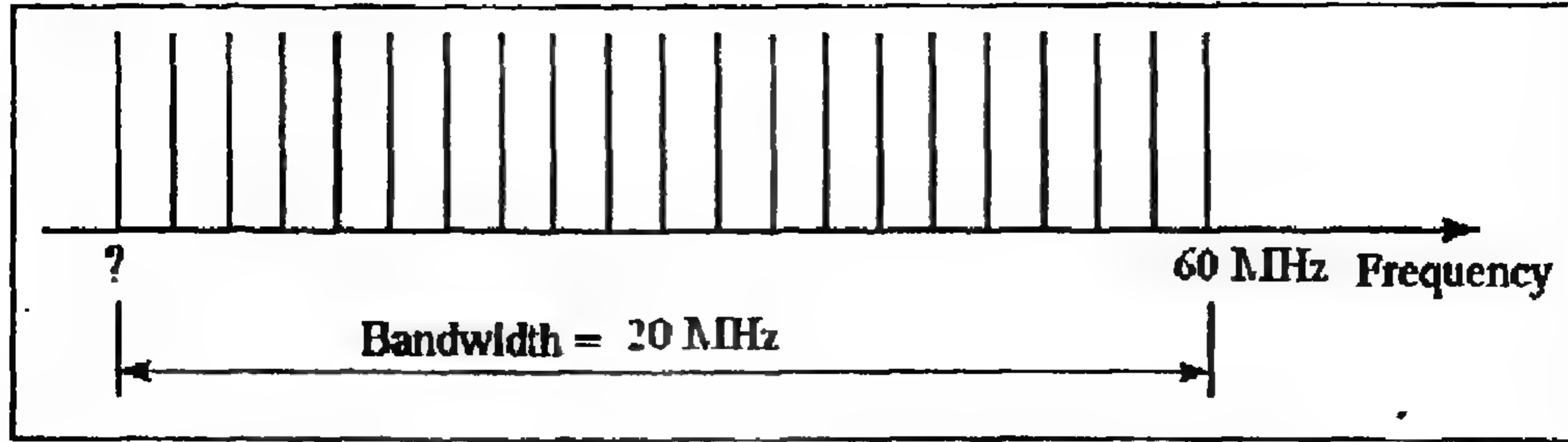
شكل 28: الطيف الترددي لإشارة دورية مركبة تتكون من 5 إشارات جيبية

سعة كل منها 8V وتردداتها 200, 400, 600, 800, and 1000

مثال 11 :

الشكل رقم 29 يوضح طيف إشارة دورية مركبة لها مدى ترددي يساوي $B_S = 20 \text{ MHz}$. أوجد أقل تردد تحتويه الإشارة إذا علمت أن أعلى تردد تحتويه الإشارة هو

$$F_{UPPER} = 60 \text{ MHz}$$



شكل 29: طيف إشارة دورية مركبة لها مدى ترددي يساوي 20 Hz

وأعلى تردد تحتويه يساوي 60 MHz

الحل:

$$B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$

$$20 = 60 - F_{LOWER}$$

$$F_{LOWER} = 60 - 20 = 40 \text{ MHz}$$

مثال 12 :

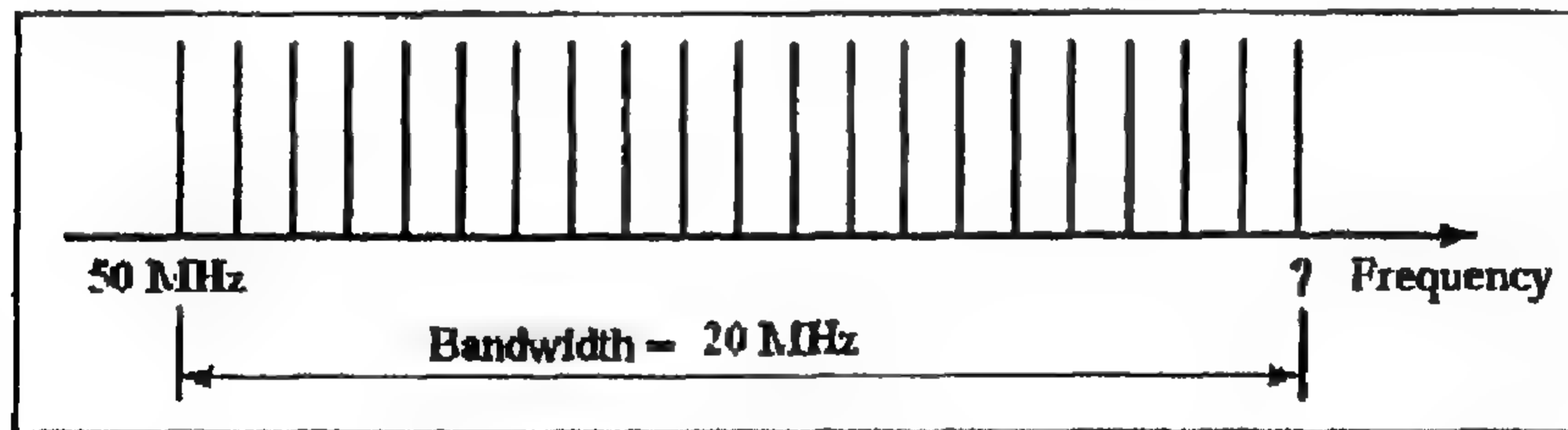
في المثال السابق إذا علمت أن أقل تردد تحتويه الإشارة الدورية المركبة هو 50 MHz.

احسب أعلى تردد تحتويه هذا الإشارة

الحل:

الشكل رقم 30 يوضح طيف الإشارة المركبة التي مداها الترددي يساوي 20 MHz

وأقل تردد تحتويه يساوي 50 MHz



شكل 30: طيف إشارة دورية مركبة لها مدى ترددي يساوي 20 Hz

وأقل تردد تحتويه يساوي 50 MHz

$$B_S = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$

$$20 = F_{UPPER} - 50$$

$$F_{UPPER} = 20 + 50 = 70 \text{ MHz}$$

1.9 المدى الترددي لقنوات الإرسال CHANNEL BANDWIDTH

المدى الترددي لقناة أو وسط الإرسال هو الفرق بين أعلى تردد وأقل تردد للإشارات الجيبية التي يمكن أن تمر خلال قناة أو وسط الإرسال

$$B_C = F_{UPPER} - F_{LOWER}$$

حيث أن B_C ... المدى الترددي لقناة الإرسال channel bandwidth

F_{UPPER} ... أعلى تردد لإشارة الجيبية التي يمكن أن تعبر خلال قناة الإرسال

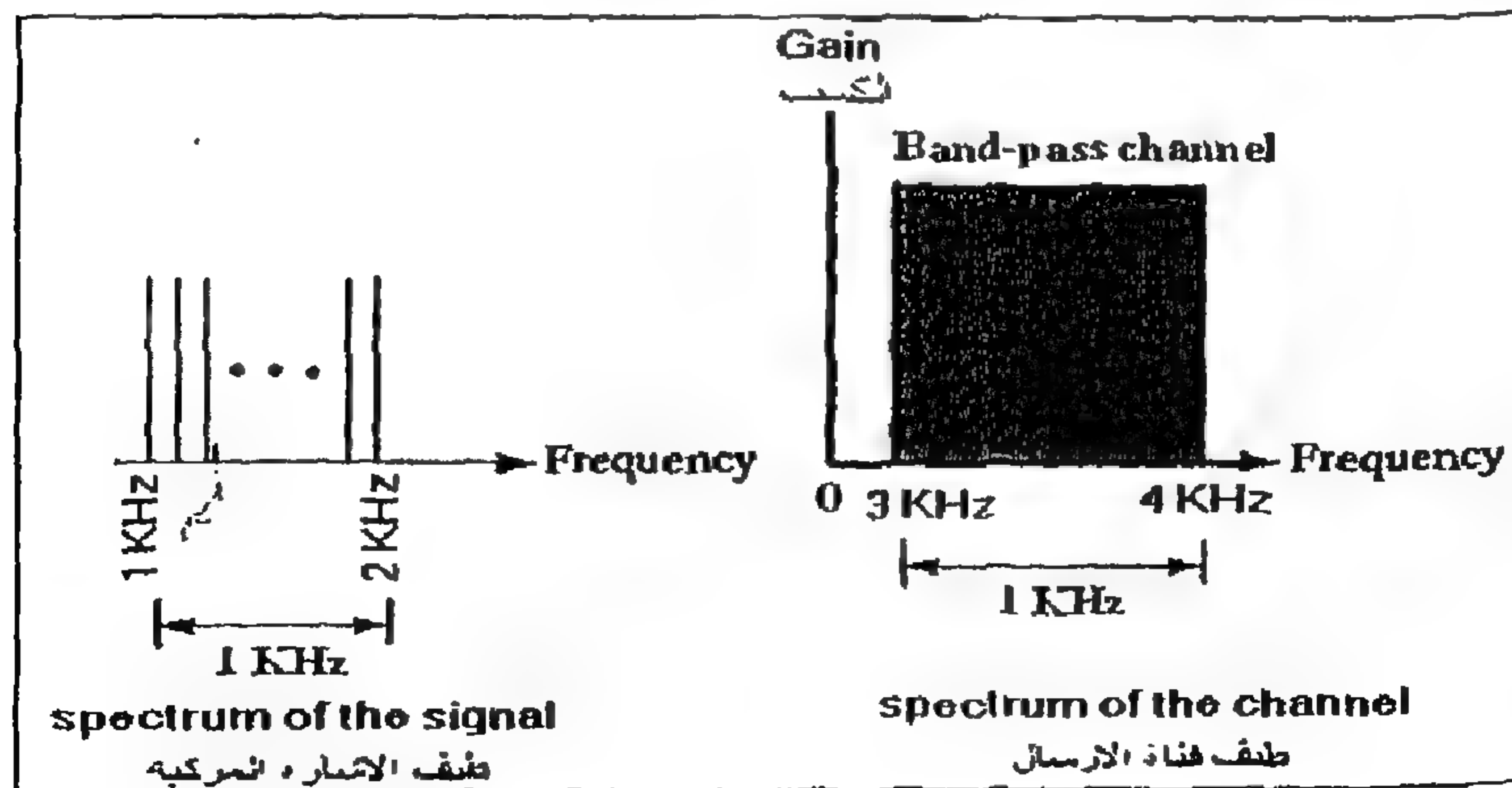
F_{LOWER} ... أقل تردد لإشارة الجيبية التي يمكن أن تعبر خلال قناة الإرسال

مثال 13 :

إشارة لها مدى ترددي 1 KHz (من 1 KHz إلى 2 KHz) وقناة تسمح بمرور ترددات من 3000 Hz وحتى 4000 Hz (مدى القناة الترددي = 1000 Hz). هل ستمر هذه الإشارة بالكامل عبر القناة؟

الحل :

الشكل رقم 31 يوضح المدى الترددي لكل من الإشارة المركبة وقناة الإرسال. من الشكل يتضح لنا أن الإشارة لن تعبر نهائياً من القناة لأنه بالرغم من أن المدى الترددي للإشارة والقناة متساويان ولكن القناة تسمح بعبور الترددات من 3000 Hz إلى 4000 Hz فقط وبالتالي لن تعبر الترددات من 1000 Hz إلى 2000 Hz



شكل 31: المدى الترددي لكل من الإشارة المركبة وقناة الإرسال

1.10 معدل إرسال البيانات وفترة البت**DATA RATE (BIT RATE) AND BIT INTERVAL**

في الجزء السابق تناولنا عملية الإرسال المتصل (analog transmission) حيث تم تعريف وحساب المدى الترددي المتصل (analog bandwidth) للإشارات المتصلة وقناة الإرسال. في الجزء التالي سنتناول الإرسال الرقمي (digital transmission) حيث سيتم تعريف المدى الترددي الرقمي (digital bandwidth) ومعدل سريان البيانات الرقمية (bit rate) وفترة إرسال bit الواحد (bit interval) وكذلك Baud rate

معدل إرسال البيانات الرقمية Data (bit) rate

هو عدد Bits المرسلة في الثانية الواحدة ويقاس بالوحدة bit-per-sec (bps)

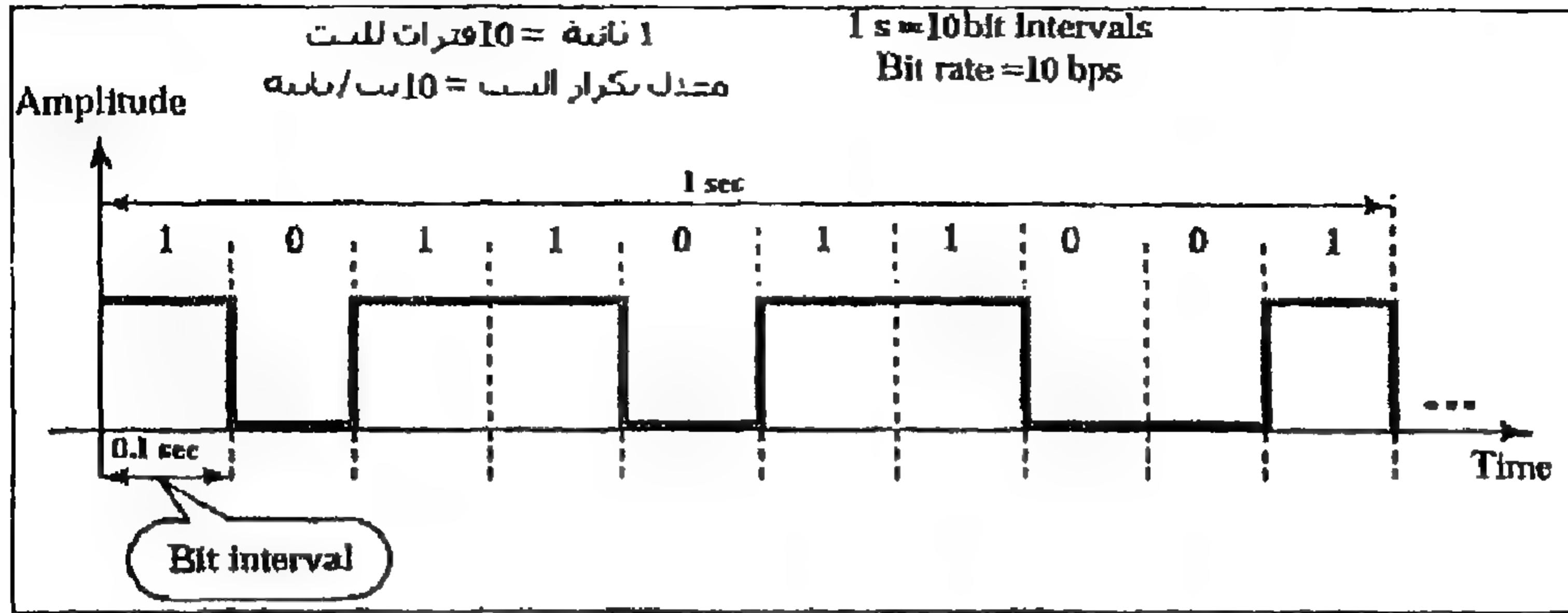
فترة إرسال البت الواحد Bit interval

فترة إرسال البت الواحد (bit interval) تعريف بأنها مقلوب معدل سريان البيانات (bit rate) أو هو الفترة الزمنية اللازمة لإرسال one bit. تقاس فترة إرسال البت الواحد (bit interval) بوحدات الزمن (sec, msec, μ sec...).

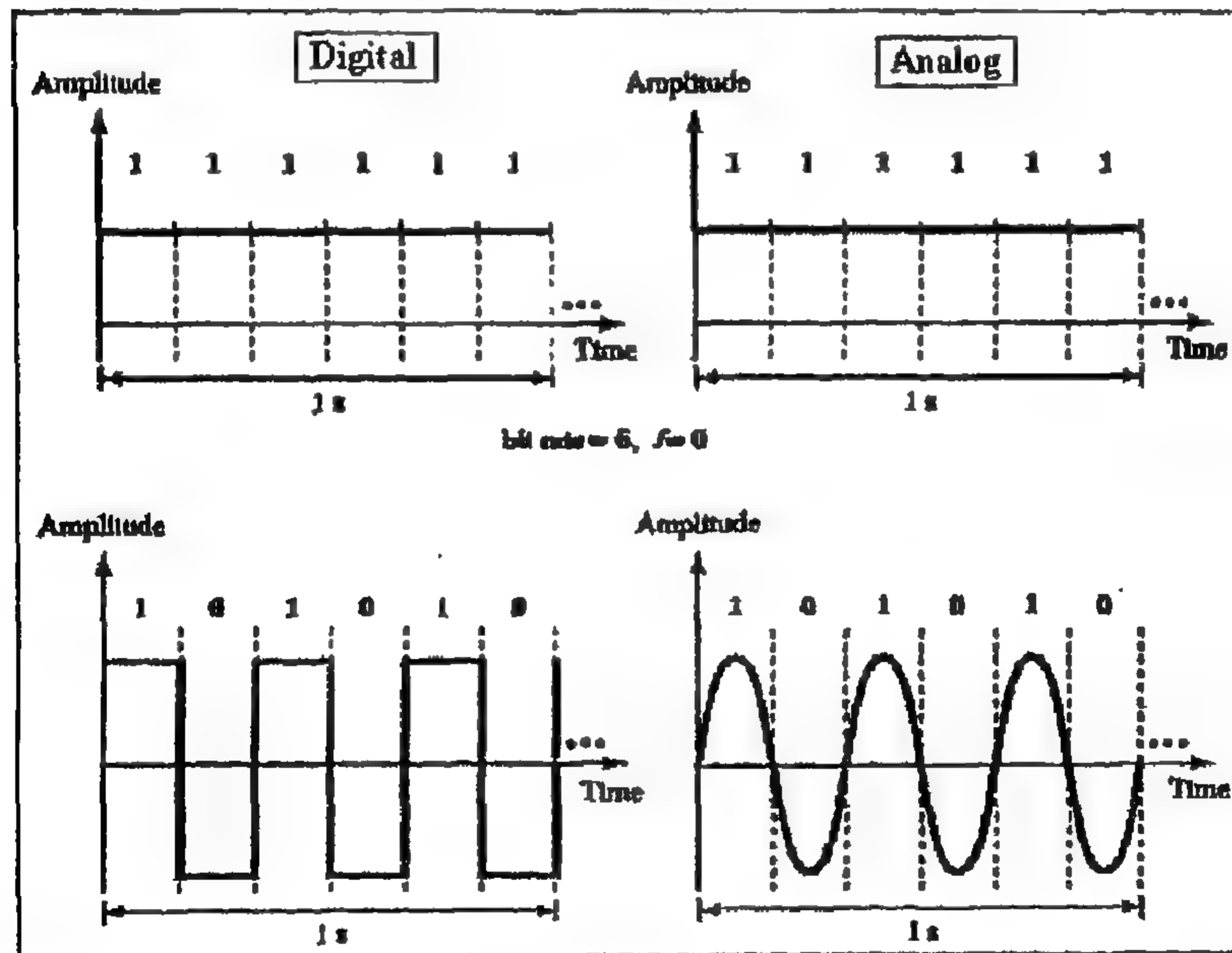
المدى الترددي المتصل (analog bandwidth) للفتوات يعبر عنه (Hz) و المدى الترددي الرقمي (digital bandwidth) للفتوات يعبر عنه (bps).

الشكل رقم 32 يوضح شكل إشارة رقمية غير دورية (non-periodic digital signal) خلال فترة زمنية مقدارها ثانية واحدة. باعتبار أن مستوى الإشارة الموجب يستخدم في تشفير القيمة الرقمية 1 ومستوى الإشارة الصفري يستخدم في تشفير القيمة الرقمية 0 فإن عدد bits المرسلة في الثانية الواحدة (bit rate) يساوي 10 bps. فترة إرسال البت الواحد (bit interval) تساوي 0.1 sec حيث أنها مقلوب معدل سريان

البيانات (bit rate). الشكل 33 يوضح الفرق بين bit rate and frequency لبعض الإشارات المتصلة (analog signal) والإشارات الرقمية (digital signal)



شكل 32 : إشارة رقمية غير دورية (non periodic digital signal)
خلال فترة زمنية مقدارها ثانية واحدة.



شكل 33 : الفرق بين bit rate and frequency لبعض الإشارات المتصلة (digital signal) والإشارات الرقمية (analog signal)

مثال 14 :

إشارة رقمية (digital signal) لها معدل سريان للبيانات (bit rate) يساوي 2000 bps. احسب فترة إرسال one bit (bit interval)

الحل:

$$\text{Bit interval} = \frac{1}{\text{Bit rate}} = \frac{1}{2000} \text{ sec} = \frac{1}{2000} * 10^3 \text{ msec} = 0.5 \text{ msec}$$

1.11 معدل Baud ومعدل ارسال البيانات**BAUD RATE AND BIT RATE**

Baud rate and bit rate هما مقياسان لعدد الإشارات الرقمية (digital signals) التي يمكن إرسالها في الثانية الواحدة. Baud rate يمكن تعريفه بأنه عدد وحدات الإشارة (signal units) أو المعلومات المرسل في الثانية الواحدة.

قيمة bit rate تكون أعلى من قيمة baud rate وذلك عندما تكون وحدات الإشارة أو المعلومات المرسل في كل فترة تحتوي على أكثر من bit. المعادلة التالية توضح العلاقة بين bit rate and baud rate

$$\text{Bit rate} = \text{Baud rate} * K$$

حيث أن K: عدد bits في كل وحدة للإشارة (signal unit)

الشكل 34 يوضح ثلاث حالات لتوضيح العلاقة بين عدد مستويات الإشارة وعدد bits في كل وحدة إشارات (signal unit) ومقدار baud rate and bit rate في كل حالة
مثال 15:

إذا كانت وحدة الإشارة (signal unit) تتغير 1200 مرة في الثانية الواحدة. احسب bit rate and baud rate (data) في الحالات التالية

- a) signal unit = one bit b) signal unit = two bits (debits)
c) signal unit = three bits (tribits) d) signal unit = four (quadbits)

الحل:

(a) وحدة الإشارة تمثل one bit (signal unit = one bit)

$$\text{Baud rate} = \text{bit rate} = 1200 \text{ bauds per sec}$$

(b) وحدة الإشارة تمثل two bits (signal unit = two bits)

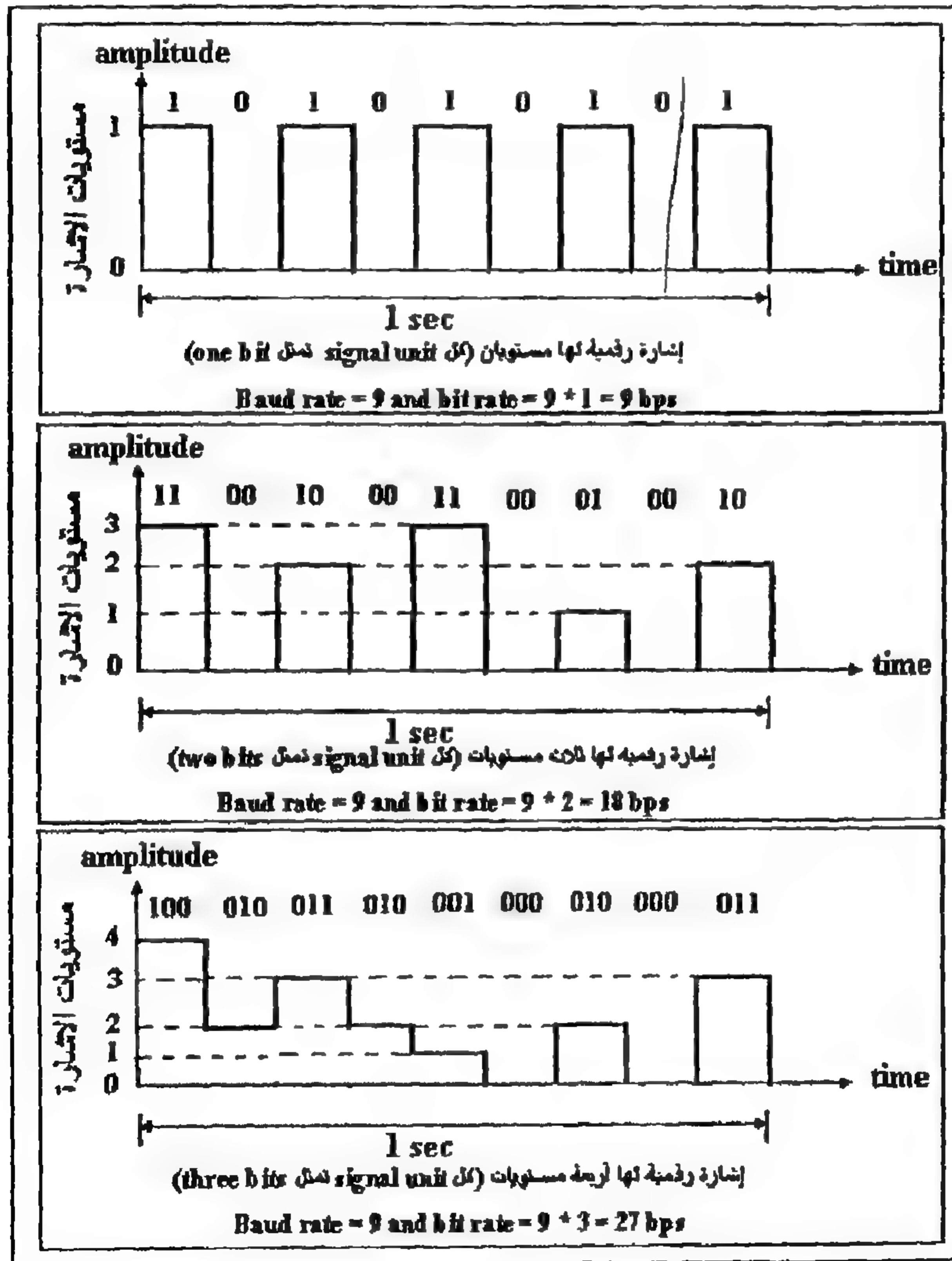
Baud rate = 1200 bauds per sec, and Bit rate = $1200 \times 2 = 2400$ bps

(c) وحدة الإشارة تمثل three bits (signal unit = three bits)

Baud rate = 1200 bauds per sec, and Bit rate = $1200 \times 3 = 3600$ bps

(d) وحدة الإشارة تمثل four bits (signal unit = four bits)

Baud rate = 1200 bauds per sec, and Bit rate = $1200 \times 4 = 4800$ bps



شكل 34: العلاقة بين عدد مستويات الإشارة وعدد bits في

كل وحدة بيانات ومقدار baud rate and bit rate

مثال 16 :

إشارة متصلة (analog signal) تحتوي كل وحدة بيانات فيها على 4 bits (signal unit = 4 bits). احسب bit rate and baud rate إذا علمت أنه يتم إرسال 1000 signal units في كل ثانية

الحل:

$$\text{Baud rate} = 1000 \text{ bauds per second}$$

$$\text{Bit rate} = 1000 \times 4 = 4000 \text{ bps}$$

مثال 17 :

إشارة لها bit rate يساوي 3000 bps . إذا كان كل (signal unit) تحتوي على 6 bits. احسب قيمة baud rate

الحل:

$$\text{Baud rate} = \text{bit rate} / \text{number of bits per signal unit}$$

$$= 3000 / 6 = 500 \text{ bauds per sec}$$

1.12 أنواع القنوات تبعا للضوضاء TYPES OF CHANNELS

باعتبار أن الإشارة المرسلية يمكن أن تتداخل مع ضوضاء من مصادر خارجية فإنه يمكن تقسيم قنوات الاتصالات تبعا للضوضاء إلى:

(a) قناة عديمة الضوضاء Noiseless Channel

(b) قناة ذات الضوضاء Noisy Channel

(a) قناة عديمة الضوضاء Noiseless Channel

في حالة القنوات عديمة الضوضاء يمكن حساب معدل سريان البيانات (bit rate)

باستخدام معادلة Nyquist

$$\text{Bit Rate} = 2 * F * \log_2(N)$$

حيث أن : F المدى الترددي للقناة أو المدى الترددي للقناة
N عدد مستويات الإشارة .

مثال 18 :

قناة عديمة الضوضاء لها مدى ترددي يساوي 3000 Hz. احسب أعلى معدل سريان للبيانات (Bit-rate) إذا علمت أن الإشارة المرسلة لها مستويان
الحل:

$$\text{Bit-rate} = 2 \times 3000 \times \log_2 2 = 6000 \text{ bps}$$

مثال 19 :

قناة عديمة الضوضاء لها مدى ترددي يساوي 3000 Hz. احسب أعلى معدل سريان للبيانات (Bit-rate) إذا علمت أن الإشارة لها أربعة مستويات
الحل:

$$\text{Bit-rate} = 2 \times 3000 \times \log_2 4 = 12000 \text{ bps}$$

(b) قناة ذات الضوضاء Noisy Channel

في حالة القنوات ذات الضوضاء يمكن تعريف bit rate باستخدام معادلة Shannon

$$C = B * \log_2(1 + \text{SNR})$$

حيث أن : B المدى الترددي للإشارة أو المدى الترددي لقناة الإرسال

SNR نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء (Signal to Noise Ratio)

C سعة القناة / معدل سريان البيانات Channel Capacity/Bit-rate

مثال 20 :

مع اعتبار أن لدينا قناة بها ضوضاء وكانت نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء تساوي صفر. احسب سعة القناة.

الحل:

نسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء تساوي صفر يعني أن الضوضاء عالي جدا والذي يؤدي إلى ضياع الإشارة

$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR}) = B \log_2 (1 + 0) = B \log_2 (1) = B \times 0 = 0$$

مثال 21 :

احسب أعلى معدل لسريان البيانات (bit rate) لخط تليفون إذا علمت أن المدى الترددي لخط التليفون (channel bandwidth) يساوي 3000 Hz (من 300 Hz إلى 3300 Hz) ونسبة قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء هو 3162

الحل:

$$\begin{aligned} C &= B \log_2 (1 + \text{SNR}) \\ &= 3000 \log_2 (1 + 3162) \\ &= 3000 \log_2 (3163) = 3000 \times 11.62 = 34860 \text{ bps} \end{aligned}$$

مثال 22 :

المدى الترددي لقناة إرسال (channel bandwidth) هو 1 MHz ومعدل قدرة الإشارة إلى قدرة الضوضاء يساوي 63. احسب معدل سريان البيانات (Bite rate) وعدد مستويات الإشارة

الحل:

أولاً: باستخدام قانون Shannon لإيجاد سعة القناة

$$C = B \log_2 (1 + \text{SNR}) = 10^6 \log_2 (1 + 63) = 10^6 \log_2 (64) = 6 \text{ Mbps}$$

ثانياً: باستخدام قانون Nyquist عدد مستويات الإشارة

$$\text{Bit Rate} = 2 * F_{\text{حَم}} * \log_2(N)$$

$$6 * 10^6 = 2 * 10^6 * \log_2 L$$

$$3 = \log_2 L$$

$$L = \log_2^{-1} 3 = 8$$

1.13 أنواع مرشحات الإشارة TYPES OF SIGNAL FILTERS

قنوات الاتصال السلكية واللاسلكية تحتوي على أعداد كبيرة من الإشارات الكهربائية أو الموجات المغناطيسية التي لها ترددات مختلفة. لاستقبال هذه الإشارات يجب تحديد حيز الترددات المراد استقبالها أو بمعنى آخر استخلاص بعض الترددات دون غيرها. تستخدم مرشحات الإشارة في تحديد حيز الترددات التي يمكن أن يستقبلها جهاز الاستقبال. مرشحات الإشارة تقسم إلى أربعة أنواع هي:

(a) مرشحات مرور الترددات الصغيرة Low-pass filter

هي المرشحات التي تسمح بمرور الإشارات صغيرة التردد (من صفر إلى F_1) حيث أن F_1 هو أعلى تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال

(b) مرشحات مرور الترددات الكبيرة High-pass filter

هي المرشحات التي تسمح بمرور الإشارات عالية التردد (من F_1 إلى ما لا نهاية) حيث أن F_1 هو أقل تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال

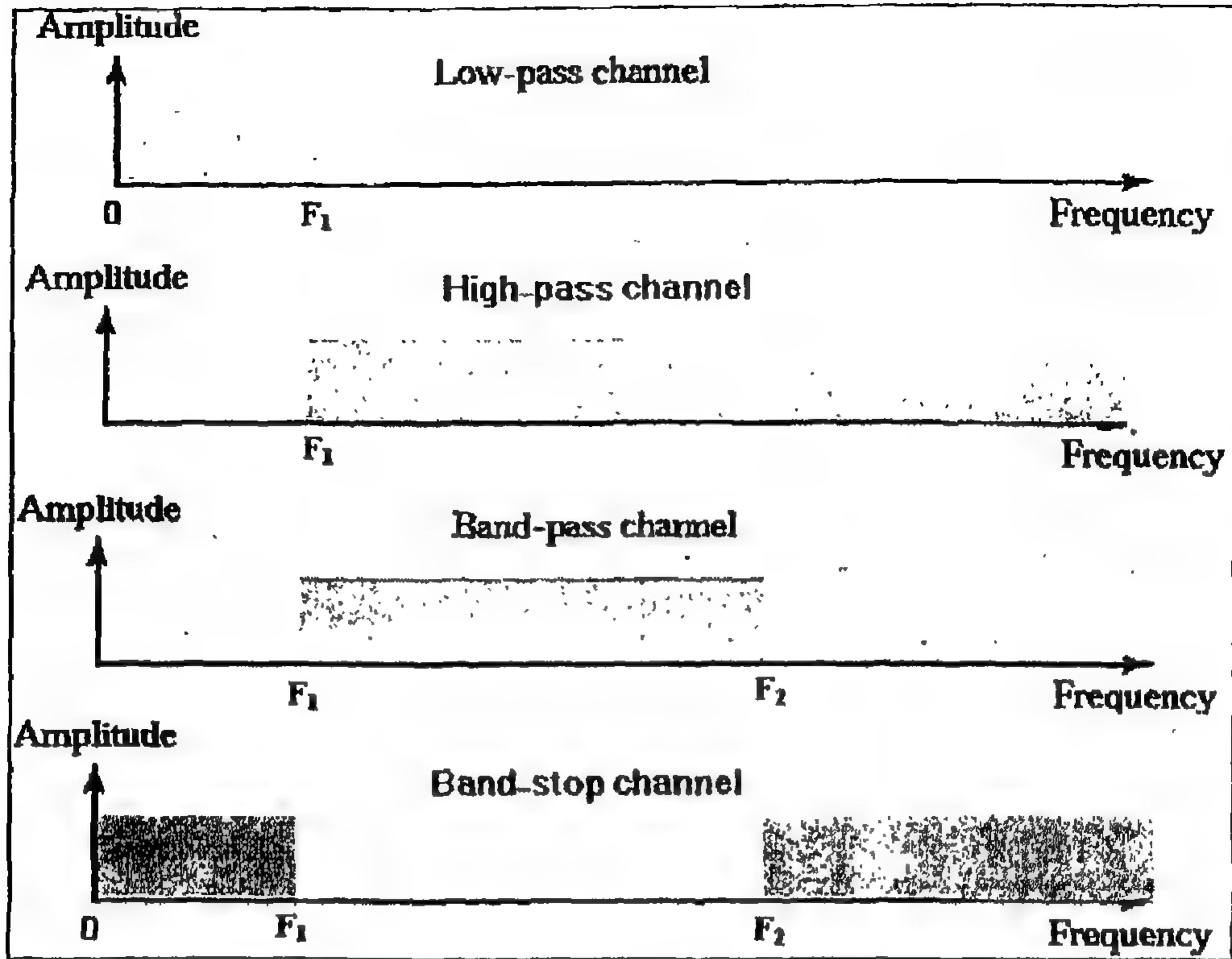
(c) مرشحات مرور الترددات البينية Band-pass filter

هي المرشحات التي تسمح بمرور الإشارات التي تردداتها محصورة بين F_1 و F_2 حيث أن F_1 هو أقل تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال و F_2 هو أعلى تردد يمكن أن يستقبله جهاز الاستقبال

(d) مرشحات حجب الترددات البينية Band-stop filter

هي المرشحات التي لا تسمح بمرور الإشارات التي تردداتها محصورة بين F_1 و F_2 حيث أن جهاز الاستقبال يمكنه استقبال الترددات في حيزين الأول من صفر إلى F_1 والثاني من F_2 إلى ما لا نهاية

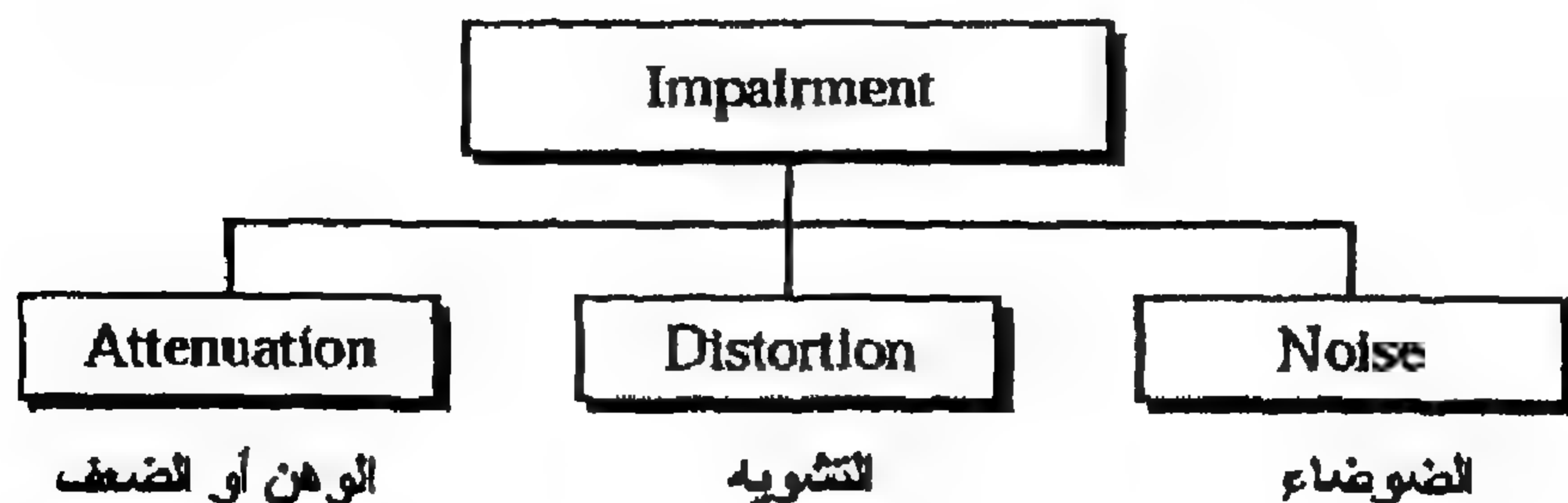
الشكل 35 يوضح حيز الترددات التي يمكن أن تعبر خلال أنواع مرشحات الإشارة المختلفة



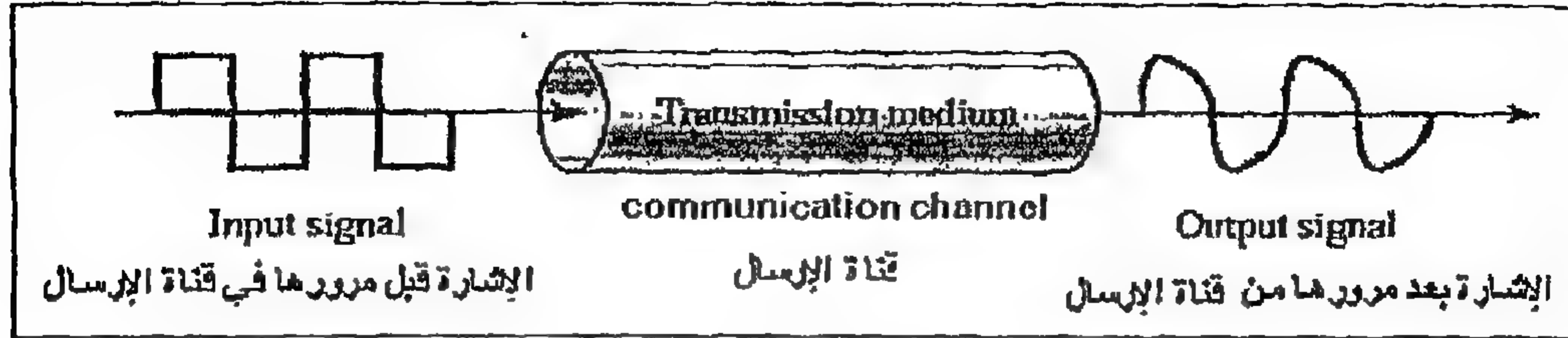
شكل 35: حيز الترددات التي يمكن أن تعبر خلال أنواع مرشحات الإشارة المختلفة

1.14 متلفات الإرسال TRANSMISSION IMPAIRMENT

تنتقل الإشارة من مكان إلى مكان آخر خلال مسافات بعيدة يمكن أن تصل إلى مئات الكيلومترات مما يعرضها إلى التلف. في الجزء التالي سنخصص بالذكر ثلاثة أنواع من متلفات الإشارة.



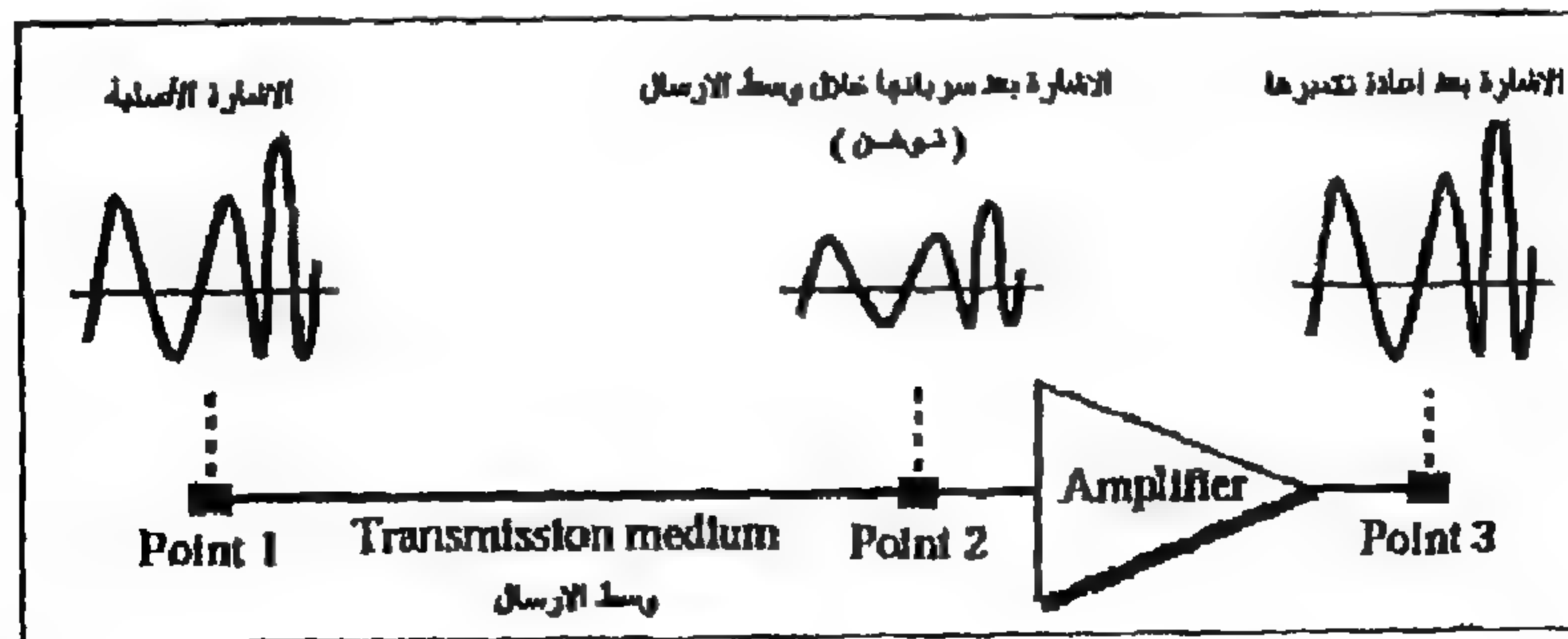
متلفات الإشارة تؤدي بصفة عامة إلى حدوث وهن (ضعف) لقدرة الإشارة أو تغير ملامح الإشارة . الشكل رقم 36 يوضح تلف الإشارة نتيجة سريانها خلال قنوات الإرسال.



شكل 36 : تلف الإشارة نتيجة سريانها خلال قنوات الإرسال.

(a) التوهن (الضعف) Attenuation

التوهن أو الضعف (attenuation) هو ضعف شدة الإشارة نتيجة سريانها لمسافات طويلة خلال قناة الإرسال. في حالة قنوات الإرسال الموجهة (guided media) يزداد ضعف الإشارة بزيادة المسافة التي تقطعها الإشارة ويحدد بعدد الديسيبل لكل كيلو متر. في حالة قنوات الإرسال الغير لموجهة (unguided media) يكون ضعف الإشارة دالة في المسافة بالإضافة إلى العوامل الطبيعية والمناخية لوسط الإرسال الأسلاكى . يمكن التغلب على ضعف الإشارة بتكبيرها من خلال استخدام المكبرات (amplifiers) أو إعادتها إلى صورتها الأصلية من خلال استخدام repeaters. الشكل رقم 37 يوضح ضعف الإشارة خلال سريانها لمسافات طويلة خلال قناة الإرسال ثم تكبيرها للتغلب على الضعف الحادث بها



شكل 37 : ضعف الإشارة خلال سريانها لمسافات طويلة خلال قناة الإرسال

ثم تكبيرها للتغلب على الضعف الحادث بها

يمكن حساب مقدار الضعف الحادث بالإشارة بواسطة المعادلة التالية:

$$Attenuation (dB) = 10 * \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

حيث أن : P_1 قدرة الإشارة المرسله transmitted power

P_2 قدرة الإشارة المستقبلية received power

تقاس القدرة بالوحدة watt(W) ويقاس مقدار الضعف الحادث في الإشارة (attenuation) بوحدة الديسيبل (dB) وهي مصطلح رياضي يعبر عن نسبة قدرة إشارتان بالتقدير اللوغاريتمي (logarithmic scale).

أحد الأسباب التي جعلت المتخصصين يستخدمون الديسيبل لقياس مقدار التغير في شدة الإشارة هو إمكانية استخدام عمليات الجمع والطرح عند دراسة طبيعة الإشارة عند أكثر من نقطتين داخل وسط الإرسال. الشكل رقم 38 يوضح تغير قدرة إشارة الدخل (P_1) عن قدرة إشارة الخرج (P_2) وذلك نتيجة ضعف الإشارة أثناء انتقالها لمسافات بعيدة خلال وسط الإرسال

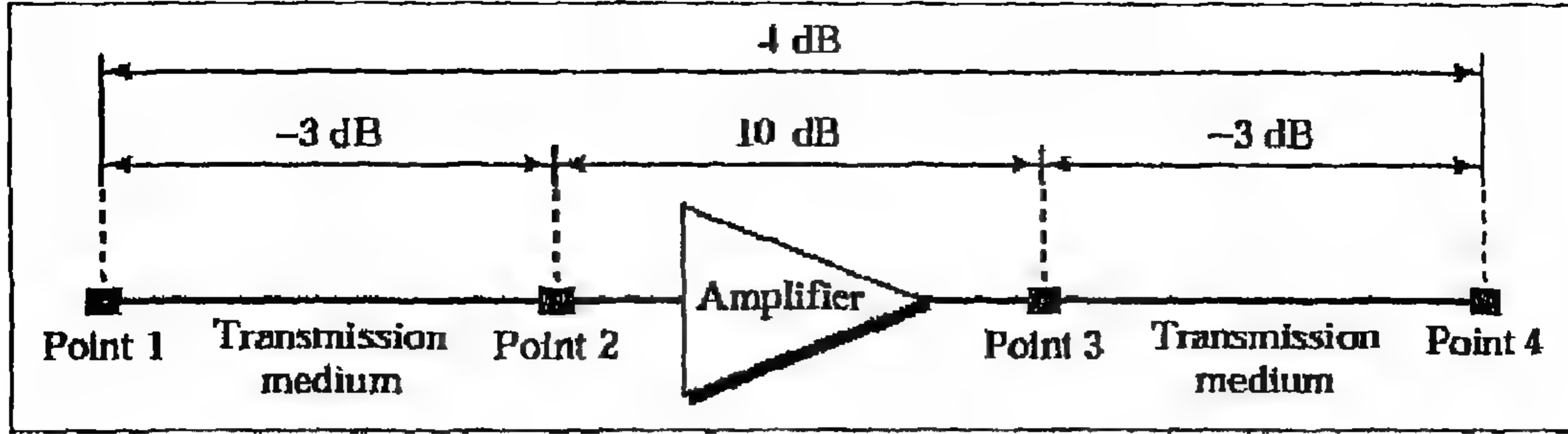


شكل 38 : تغير قدرة إشارة الدخل (P_1) عن قدرة إشارة الخرج (P_2) نتيجة

ضعف الإشارة أثناء انتقالها لمسافات بعيدة خلال وسط الإرسال

التكبير والتوهن Attenuation and amplification

تستخدم المكبرات في تكبير الإشارة المستقبلية وذلك لتعويض الضعف الحادث بها نتيجة سريانها لمسافات بعيدة خلال قناة الإرسال (الشكل رقم 39)



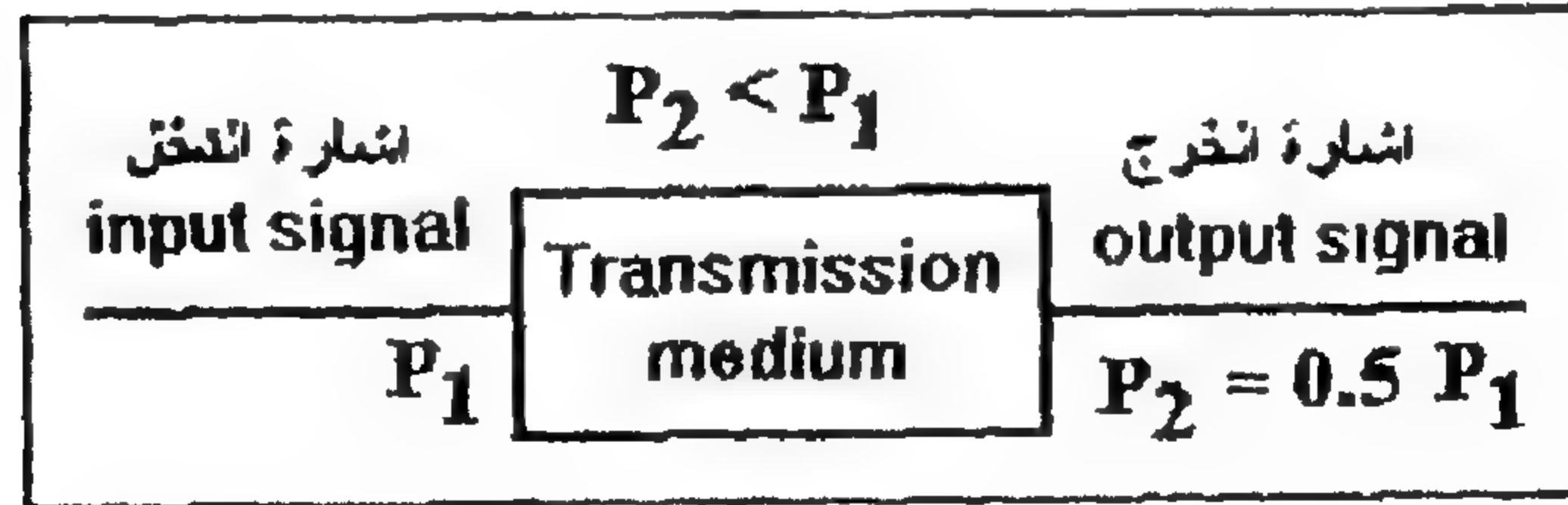
شكل 39 : استخدام المكبرات لتعويض الضعف

الحادث بها نتيجة سريانها لمسافات بعيدة خلال قناة الإرسال

في الشكل 39: بين النقطتان 1 و 2 يوجد ضعف في الإشارة (-3 dB) نتيجة وسط الإرسال. بين النقطتان 2 و 3 يوجد تكبير (10 dB) نتيجة استخدام مكبر للإشارة. بين النقطتان 3 و 4 يوجد ضعف في الإشارة (-3 dB) نتيجة وسط الإرسال. النظام الموضح في الشكل 39 بكاملة يعتبر نظام تكبير حيث أن قيمة الديسيبل الكلية تساوي 1dB (-3+10-3=4 dB)

مثال 23 :

أثناء انتقال الإشارة خلال وسط الإرسال انخفضت قدرتها إلى النصف. أحسب مقدار الضعف (attenuation) معرباً عنه بالديسيبل



الحل:

$$\text{Attenuation (dB)} = 10 * \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 10 * \log_{10} (0.5) = 10 * (-0.3) = -3 \text{ dB}$$

3 dB- يعني أن قدرة إشارة الخرج (output power) نصف قدرة إشارة الدخل (input power). الإشارة السالبة عند حساب معامل الضعف أو التكبير تدل على أن قدرة إشارة الخرج أقل من قدرة الدخل أي حدث اضمحلال للإشارة خلال وسط الإرسال والإشارة الموجبة تدل على أن قدرة الخرج أعلى من قدرة الدخل أي حدث تكبير للإشارة من خلال استخدام مكبرات

مثال 24 :

عند استخدام مكبر للإشارة وجد أن قدرة إشارة الخرج عشرة أضعاف قدرة إشارة الدخل. أوجد قيمة معامل التكبير

الحل:

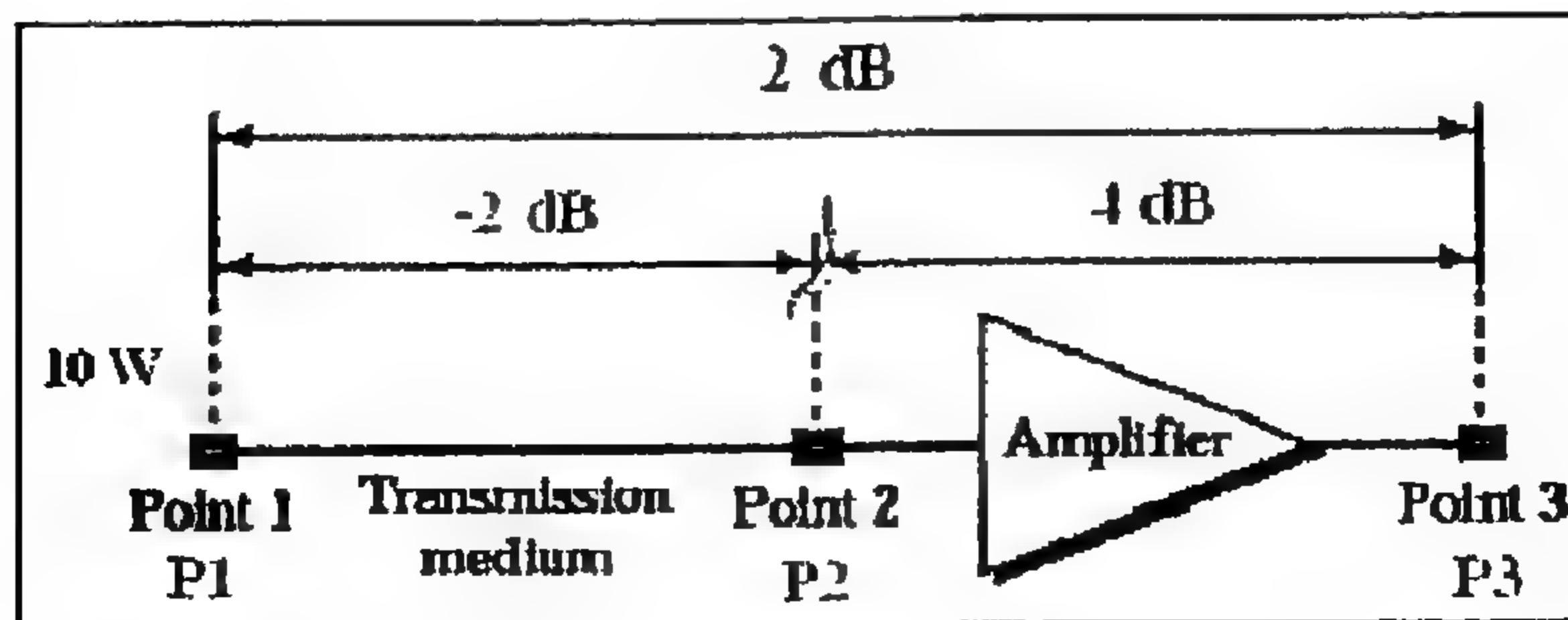
$$\text{Amplification (dB)} = 10 * \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 10 * \log(10) = 10 * (1) = +10 \text{ dB}$$

مثال 25 :

في نظام الإرسال التالي: القدرة عند النقطة 1 تساوي 10W . مقدار الوهن للوسط بين النقطة 1 و 2 يساوي -2 dB . مقدار التكبير بين النقطة 2 و 3 يساوي 4 dB . احسب القدرة عند النقطة 2 و النقطة 3. احسب القدرة عند النقطة 3 باستخدام خاصية جمع

الديسيبل

الحل:



$$-2 \text{ dB} = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$\log \frac{P_2}{P_1} = -0.2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \log^{-1}(-0.2) = 10^{-0.2} = 0.631$$

$$P_2 = 0.631 * 10 = 6.31 \text{ W}$$

$$4 \text{ dB} = 10 \log \frac{P_3}{P_2}$$

$$\log \frac{P_3}{P_2} = 0.4$$

$$\frac{P_3}{P_2} = \log^{-1}(0.4) = 2.512$$

$$P_3 = 2.512 * 6.31 = 15.85 \text{ W}$$

Between point 1 and 3

$$2 \text{ dB} = 10 \log \frac{P_3}{P_1}$$

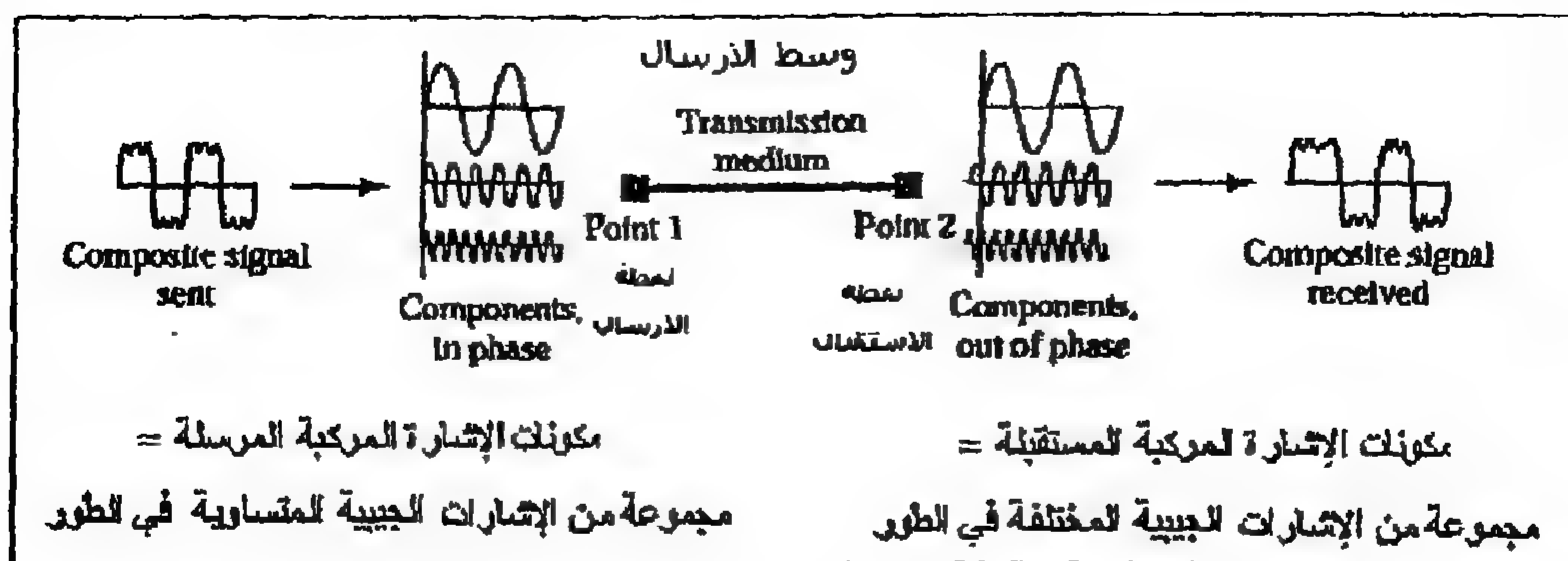
$$\log \frac{P_3}{P_1} = 0.2$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \log^{-1}(0.2) = 1.58$$

$$P_3 = 1.58 * 10 = 15.85 \text{ W}$$

(b) التشويه Distortion

من المعروف أن قنوات الإرسال لها مدى ترددي محدود (يسمح بعبور بعض الترددات فقط) ومن المعروف أيضا أن الإشارة الرقمية (digital signal) تحتوي على عدد لا نهائي من الموجات الجيبية وبالتالي عند عبور الإشارة الرقمية خلال قنوات الإرسال فإن بعض المركبات يعبر خلال قناة الإرسال والبعض الآخر لا يعبر مما يؤدي إلى حدوث تغير في ملامح الإشارة المستقبلية (تشويه في الإشارة). أثناء انتقال الإشارة خلال قنوات الإرسال يمكن أن يتغير طور بعض الإشارات الجيبية مما يؤدي أيضا إلى تغير ملامح الإشارة المستقبلية. الشكل 40 يوضح الفرق بين الإشارة المركبة قبل إرسالها في قناة الإرسال وبعد استقبالها من قناة الإرسال



شكل 40: تغير ملامح الإشارة نتيجة تغير طور

الإشارات الجيبية التي تحتويها الإشارة المركبة

(c) الضوضاء Noise

بالإضافة إلى ما يحدث من ضعف وتشويه للإشارة فإنه يوجد إشارات إضافية غير مرغوب فيها تضاف إلى الإشارة الأصلية. هذه الإشارات الغير مرغوب فيها تسمى ضوضاء (Noise). الإشارات الغير مرغوب فيها (noise) نوعان:

- (1) خارجية (external noise) نتيجة العوامل الخارجية في قنوات الإرسال
- (2) داخلية (internal noise) نتيجة السخونة الحادثة نتيجة سريان الإشارات خلال الأجهزة (تفاعل حركة الإلكترونات مع المكونات الداخلية للأجهزة تسبب سخونة تؤدي إلى حدوث noise)

في القنوات ذات الضوضاء تكون الإشارة المستقبلية عبارة عن الإشارات الأصلية بالإضافة إلى إشارة الضوضاء

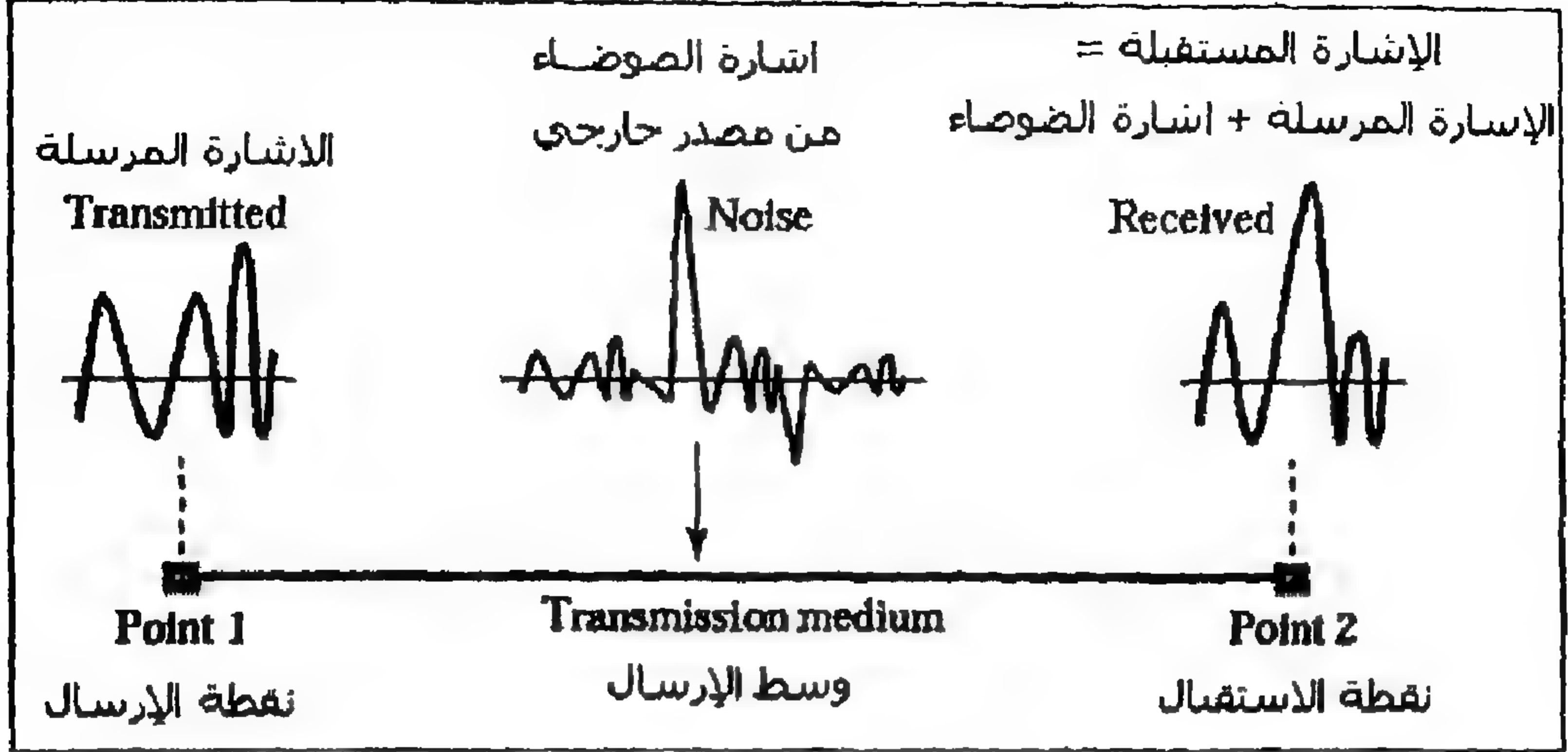
$$S_R(t) = S_T(t) + N(t)$$

حيث أن: $S_R(t)$ الإشارة المستقبلية the received signal

$S_T(t)$ الإشارة المرسل the transmitted signal

$N(t)$ إشارة الضوضاء the noise signal

الشكل 41 يوضح عملية إضافة إشارات غير مرغوب فيها (noise) إلى الإشارة المرسلية والذي يؤدي إلى تغير شكل الإشارة المستقبلية مقارنة بالإشارة المرسلية



شكل 41: عملية إضافة إشارات غير مرغوب فيها (noise) إلى الإشارة المرسلية

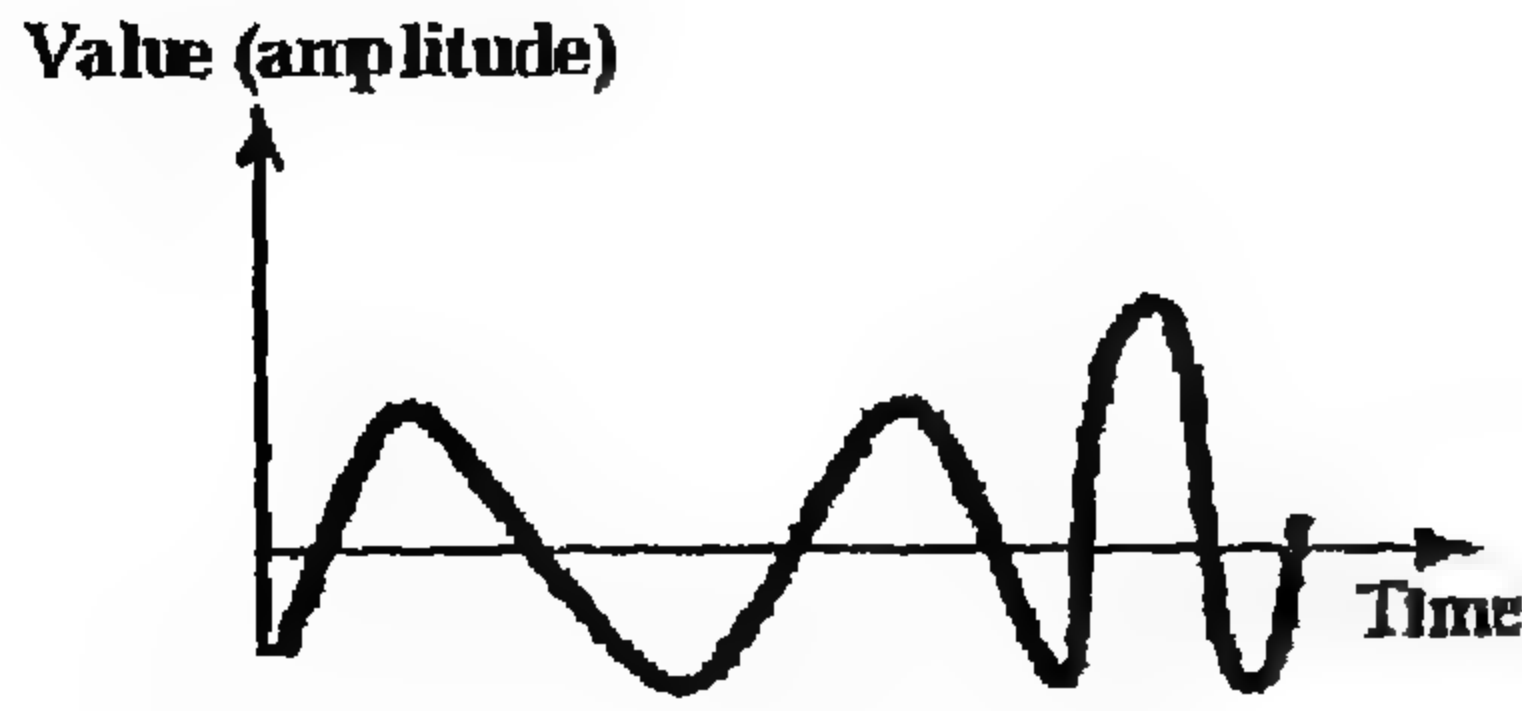
EXERCISES

الجزء الأول: اختر العبارة الصحيحة

- | | |
|--|--|
| <p>(1) عملية نقل الإشارات تتم خلال قنوات اتصال
سلكية (wire channels) منها :</p> <p>(a) Optical fiber cable</p> <p>(b) Microwave link</p> <p>(c) Laser link</p> <p>(d) Infra-red link</p> | <p>(2) عملية نقل الإشارات تتم خلال قنوات اتصال لاسلكية منها :</p> <p>(a) Microwave link</p> <p>(b) Optical fiber cable</p> <p>(c) Coaxial cable</p> <p>(d) جميع ما سبق</p> <p>(e) لا شيء مما سبق</p> |
|--|--|

- (3) المرسل (transmitter) يقوم بعمل
- (a) تحويل الإشارات إلى بيانات
- (b) تحويل البيانات إلى إشارات
- (c) تحويل البيانات إلى موجات كهرومغناطيسية
- (d) جميع ما سبق
- (e) لا شيء مما سبق
- (4) Digital transmitter يقوم بتحويل :
- (a) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
- (b) البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية
- (c) البيانات الرقمية إلى إشارات رقمية
- (d) البيانات المتصلة إلى إشارات متصلة
- (5) Modulator يقوم بتحويل :
- (a) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
- (b) البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية
- (c) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
- (d) البيانات المتصلة إلى إشارات متصلة
- (6) Codec يقوم بتحويل :
- (a) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
- (b) البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية
- (c) البيانات الرقمية إلى إشارات متصلة
- (d) البيانات المتصلة إلى إشارات متصلة
- (7) Simplex transmission هو
- (a) سريان الإشارات في اتجاه واحد فقط
- (b) سريان الإشارات في اتجاهين بشرط ألا يكونا في نفس الوقت
- (c) سريان الإشارات في اتجاهين وفي نفس الوقت
- (d) لا شيء مما سبق
- (e) جميع ما سبق
- (8) Half duplex transmission هو
- (a) سريان الإشارات في اتجاه واحد فقط
- (b) سريان الإشارات في اتجاهين بشرط ألا يكونا في نفس الوقت
- (c) سريان الإشارات في اتجاهين وفي نفس الوقت
- (d) لا شيء مما سبق
- (e) جميع ما سبق
- (9) Full transmission هو
- (a) سريان الإشارات في اتجاه واحد فقط
- (b) سريان الإشارات في اتجاهين بشرط ألا يكونا في نفس الوقت
- (c) سريان الإشارات في اتجاهين وفي نفس الوقت
- (d) لا شيء مما سبق
- (e) جميع ما سبق

(14) الشكل التالي هو تمثيل



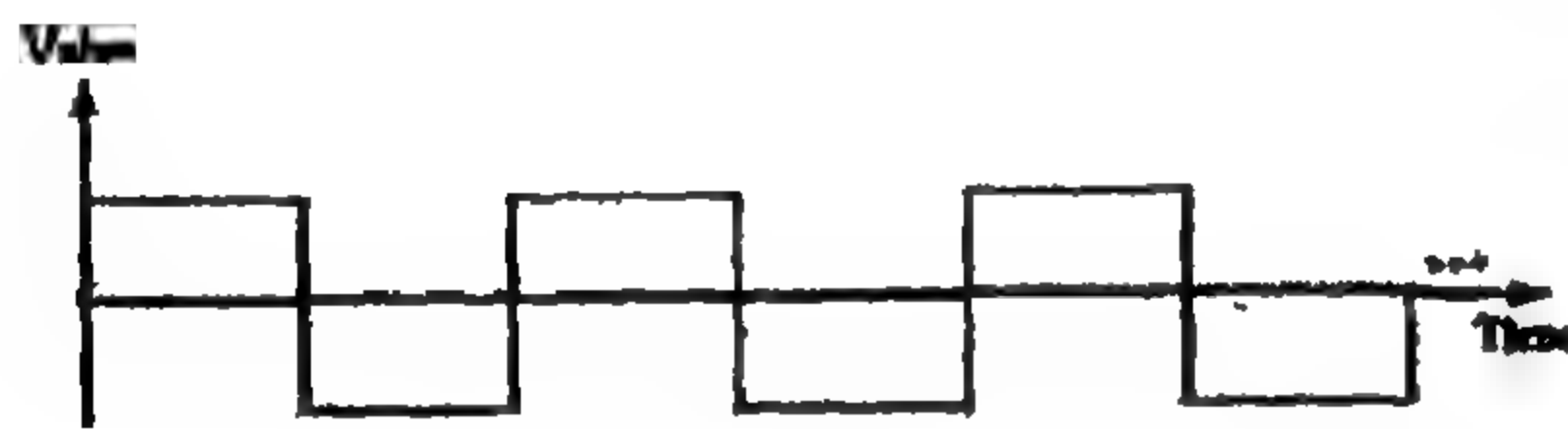
(a) إشارة متصلة (Analog signal)

(b) إشارة رقمية (Digital signal)

(c) بيانات متصلة (Analog data)

(d) بيانات رقمية (Digital data)

(15) الشكل التالي هو تمثيل



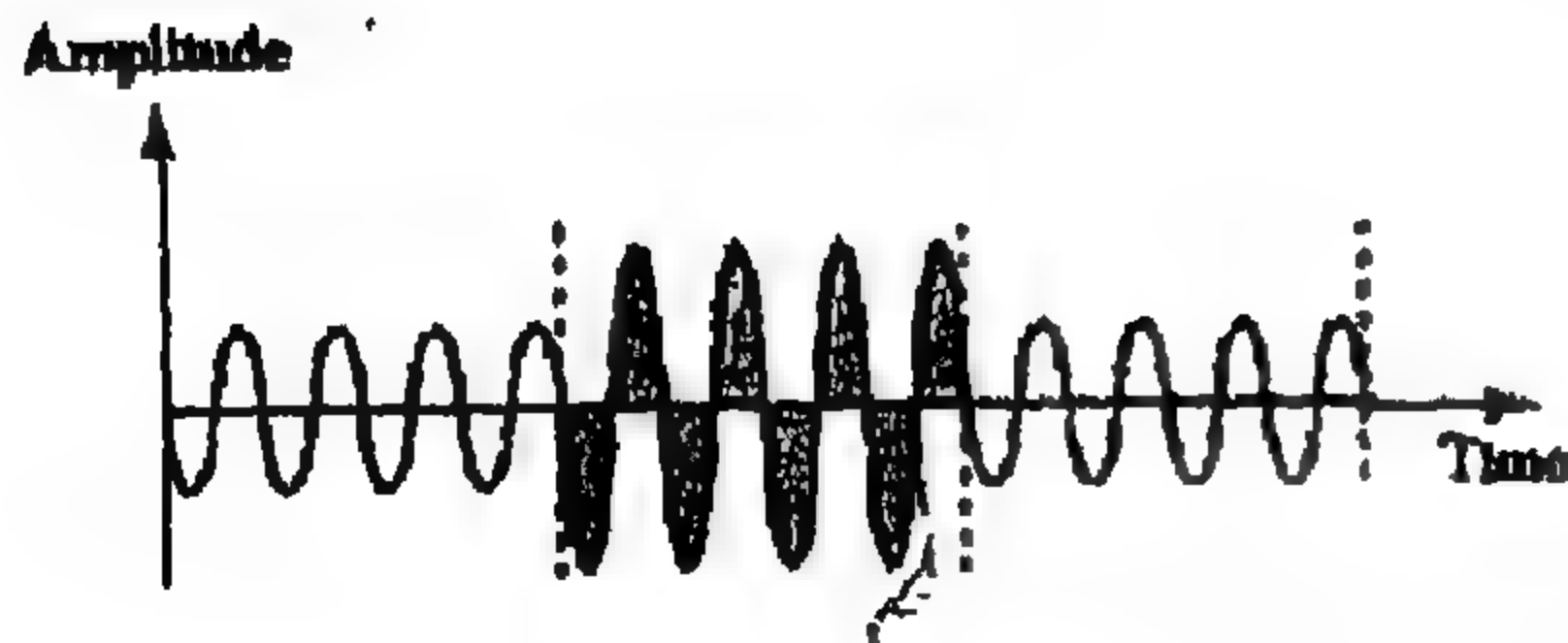
(a) إشارة متصلة (Analog signal)

(b) إشارة رقمية (Digital signal)

(c) بيانات متصلة (Analog data)

(d) بيانات رقمية (Digital data)

(16) الشكل التالي هو تمثيل



(a) إشارة متصلة (Analog signal)

(b) إشارة رقمية (Digital signal)

(c) بيانات متصلة (Analog data)

(d) بيانات رقمية (Digital data)

(10) الاتصال بين Keyboard وجهاز

الحاسب من النوع

Simplex (a)

Half duplex (b)

Full duplex (c)

(d) لا شيء مما سبق

(11) الاتصال بين Modem وجهاز

الحاسب من النوع

Simplex (a)

Half duplex (b)

Full duplex (c)

(d) لا شيء مما سبق

(12) الإشارات المتصلة (Analog signals)

(a) شدتها ثابتة

(b) لها عدد لا نهائي من القيم

(c) جميع ما سبق

(d) لا شيء مما سبق

(13) الإشارات الرقمية (Digital signals)

(a) شدتها لها مستوى ثابت خلال فترة زمنية محددة

(b) لها عدد محدود من القيم

(c) جميع ما سبق

(d) لا شيء مما سبق

(21) المتغير ϕ في المعادلة

$$S(t) = A \sin(2\pi F t + \phi)$$

Amplitude (a)

Phase (b)

Frequency (c)

(d) لا شيء مما سبق

(22) Sec هو وحدة قياس

Period (a)

Frequency (b)

Amplitude (c)

Phase (d)

(e) لا شيء مما سبق

(23) Hz (Hertz) هو وحدة قياس

Period (a)

Frequency (b)

Amplitude (c)

Phase (d)

(e) لا شيء مما سبق

(24) degree هو وحدة قياس

Period (a)

Frequency (b)

Amplitude (c)

Phase (d)

(e) لا شيء مما سبق

(17) القيمة لتالية

(1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 1) تمثيل

(a) إشارة متصلة (Analog signal)

(b) إشارة رقمية (Digital signal)

(c) بيانات متصلة (Analog data)

(d) بيانات رقمية (Digital data)

(18) المعادلة

$$S(t) = A \sin(2\pi F t + \phi)$$

لإشارة متصلة جيبية

(a) تمثيل لإشارة رقمية

(b) تمثيل لبيانات رقمية

(c) جميع ما سبق

(d) لا شيء مما سبق

(19) المتغير A في المعادلة

$$S(t) = A \sin(2\pi F t + \phi)$$

Amplitude (a)

Phase (b)

Frequency (c)

(d) لا شيء مما سبق

(20) المتغير F في المعادلة

$$S(t) = A \sin(2\pi F t + \phi)$$

Amplitude (a)

Phase (b)

Frequency (c)

(d) لا شيء مما سبق

(25) الإشارات الدورية (Periodic signal)

(a) تتكرر دورتها خلال فترات زمنية

متساوية

(b) لا تتكرر دورتها

(c) تتكرر دورتها خلال فترات غير

متساوية

(d) لا شيء مما سبق

(e) جميع ما سبق

(26) المعادلة $S(t) = S(t + T)$ هي

(a) تمثيل رياضي لإشارة دورية

(b) تمثيل رياضي لإشارة غير دورية

(c) تمثيل رياضي لإشارة متصلة

(d) تمثيل رياضي لإشارة رقمية

(27) الشكل التالي هو

(28) الشكل التالي هو



(a) إشارة متصلة دورية

(b) إشارة متصلة غير دورية

(c) إشارة رقمية دورية

(d) إشارة رقمية غير دورية

(e) لا شيء مما سبق

(29) الشكل التالي هو



(a) إشارة متصلة دورية

(b) إشارة متصلة غير دورية

(c) إشارة رقمية دورية

(d) إشارة رقمية غير دورية

(e) لا شيء مما سبق

(30) volt هو وحدة قياس

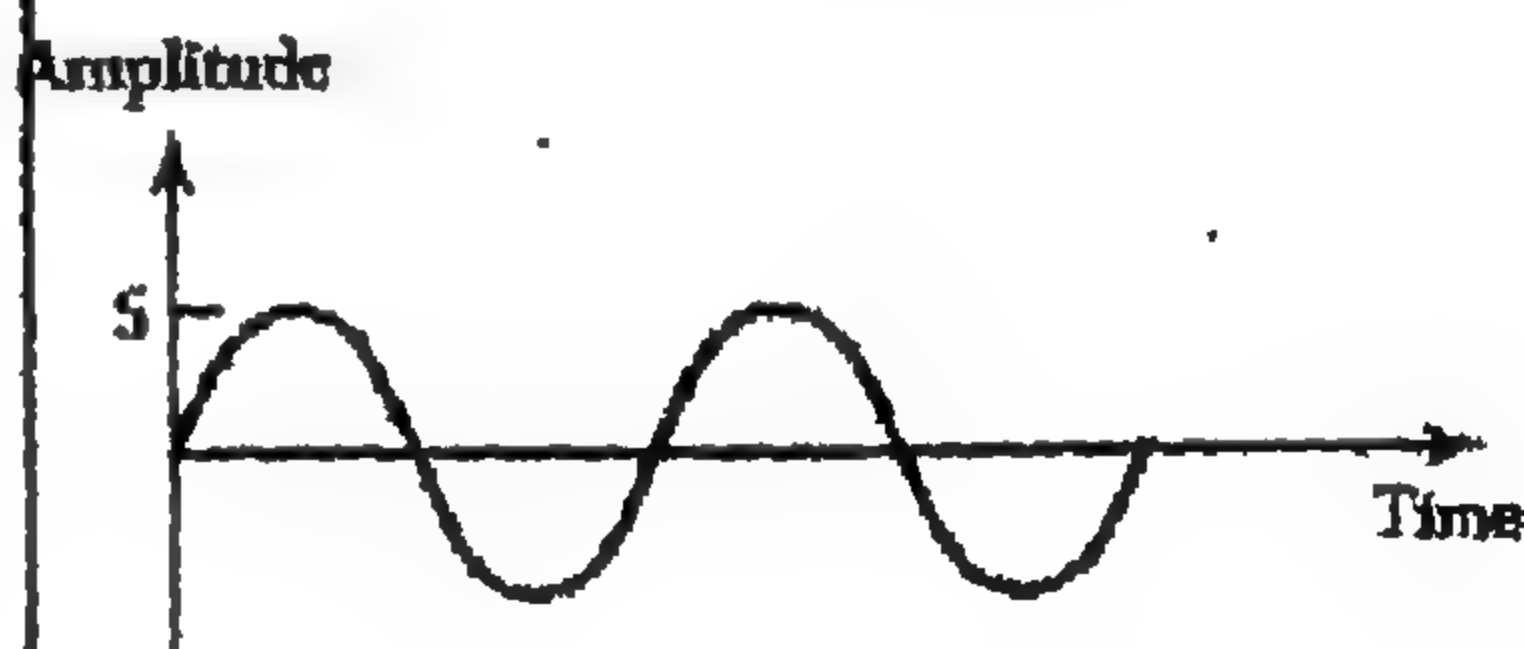
(a) Period

(b) Frequency

(c) Amplitude

(d) Phase

(e) لا شيء مما سبق



(a) إشارة متصلة دورية

(b) إشارة متصلة غير دورية

(c) إشارة رقمية دورية

(d) إشارة رقمية غير دورية

(e) لا شيء مما سبق

(c) خارج قسمة سرعة انتشار الموجات على تردد الإشارة

(d) لا شيء مما سبق

(e) جميع ما سبق

(35) فترة الإشارة (duration) هي

(a) الفترة الزمنية لدورة كاملة

(b) فترة سريان الإشارة خلال قنوات الاتصال -

(c) الفترة الزمنية خلال دورة كاملة التي

تكون عندها شدة الإشارة تساوي قيمة ثابتة

(d) لا شيء مما سبق

(e) جميع ما سبق

(36) الدورة الكاملة بالتقدير الستيني

تساوي

(a) 360^0

(b) 180^0

(c) 90^0

(d) 270^0

(37) الدورة الكاملة بالتقدير الدائري

(a) Π

(b) 2Π

(c) $\Pi / 2$

(d) $\Pi/4$

(31) Frequency هو

(a) عدد الذبذبات في الثانية الواحدة

(b) مقلوب الزمن الدوري

(c) مقلوب الفترة الزمنية لدورة كاملة

(d) كل ما سبق

(e) لا شيء مما سبق

(32) Period هو

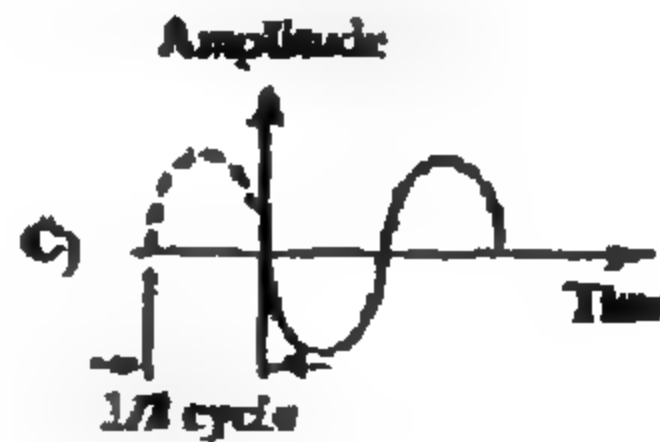
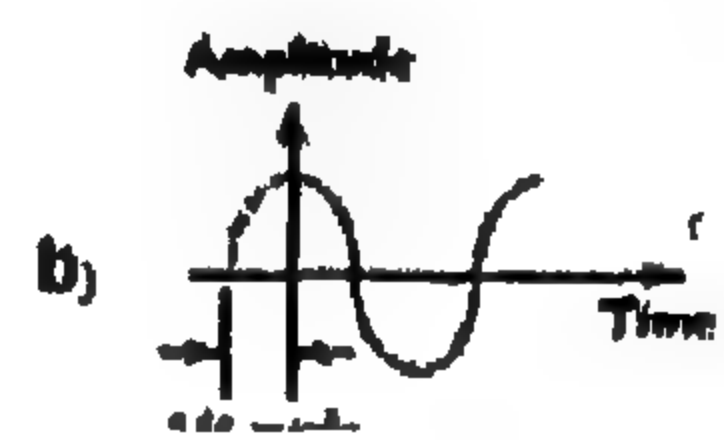
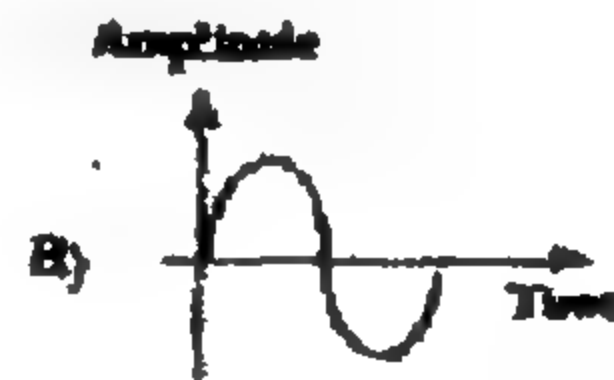
(a) زمن دورة كاملة

(b) مقلوب التراكاملة التيد الذبذبات في الثانية الواحدة

(c) كل ما سبق

(d) لا شيء مما سبق

(33) أي من الإشارات التالية لها $phase = 180^0$



(d) لا شيء مما سبق

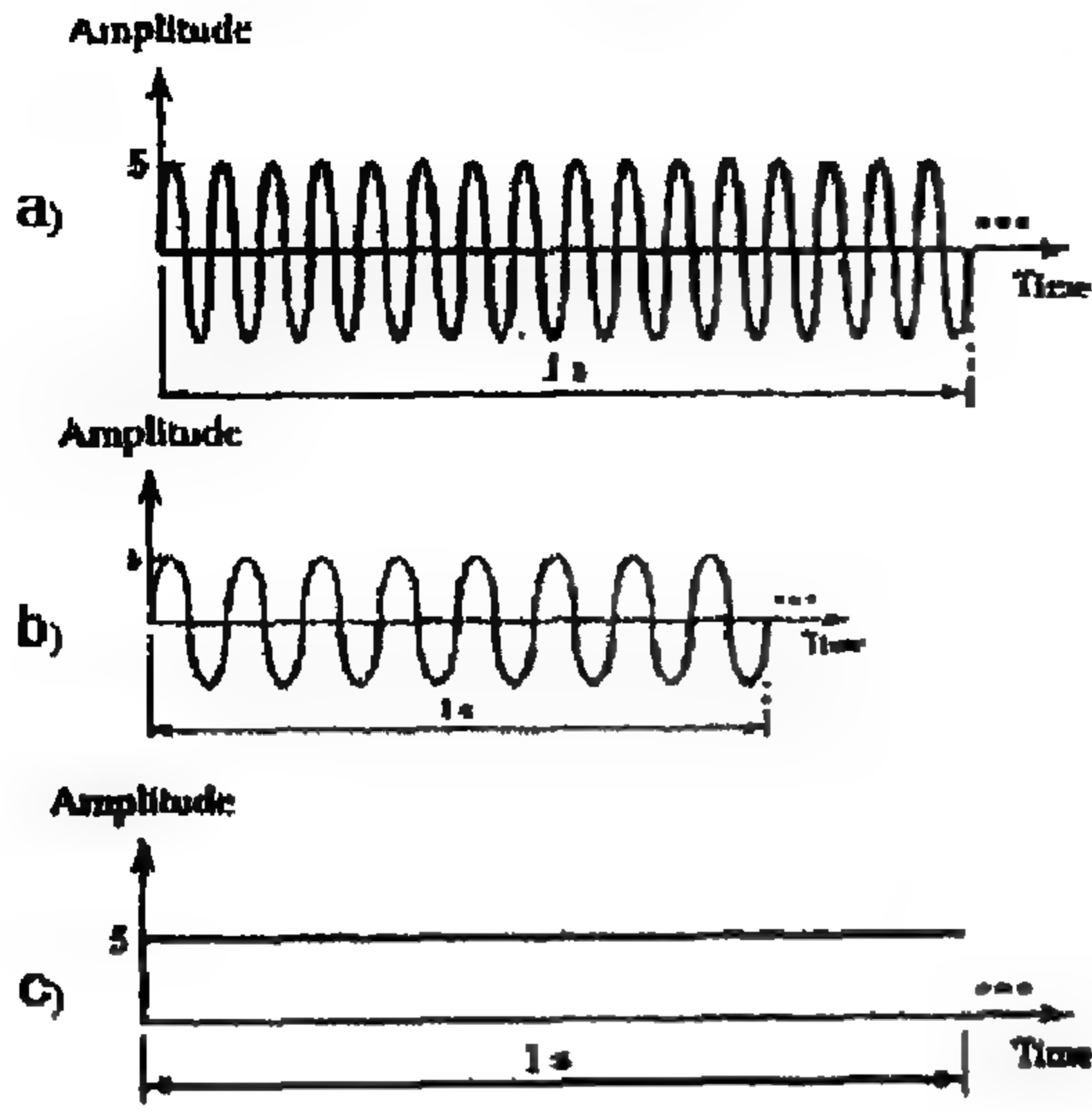
(34) يعرف الطول الموي (wavelength)

للإشارة بأنه

(a) مسافة دورة كاملة للإشارة

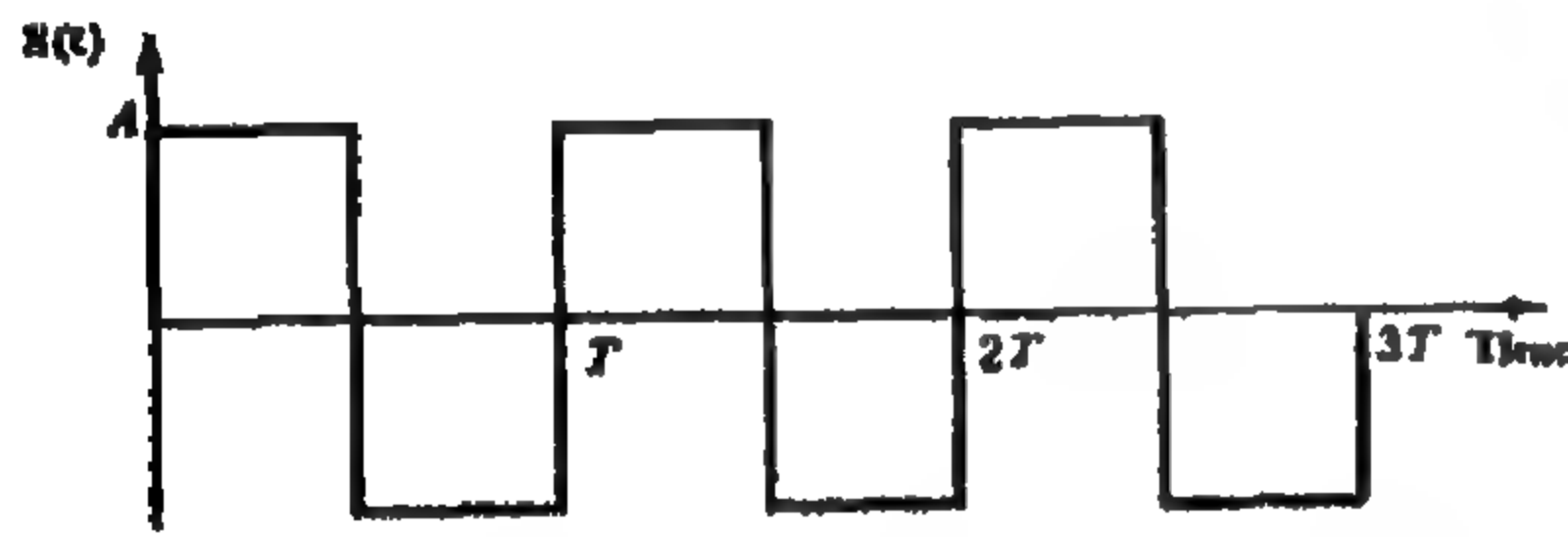
(b) المسافة بين نقطتان لهما نفس الطور

خلال دورتان متعاقبتان



(d) لا شيء مما سبق

(41) الإشارة المربعة (square signal) التالية تحتوي على



(a) عدد لا نهائي من الموجات الجيبية

(b) عدد محدود من الموجات الجيبية

(c) تحتوي على ثلاث موجات جيبية

(d) لا شيء مما سبق

(42) المدى الترددي للإشارة (signal bandwidth) هو :

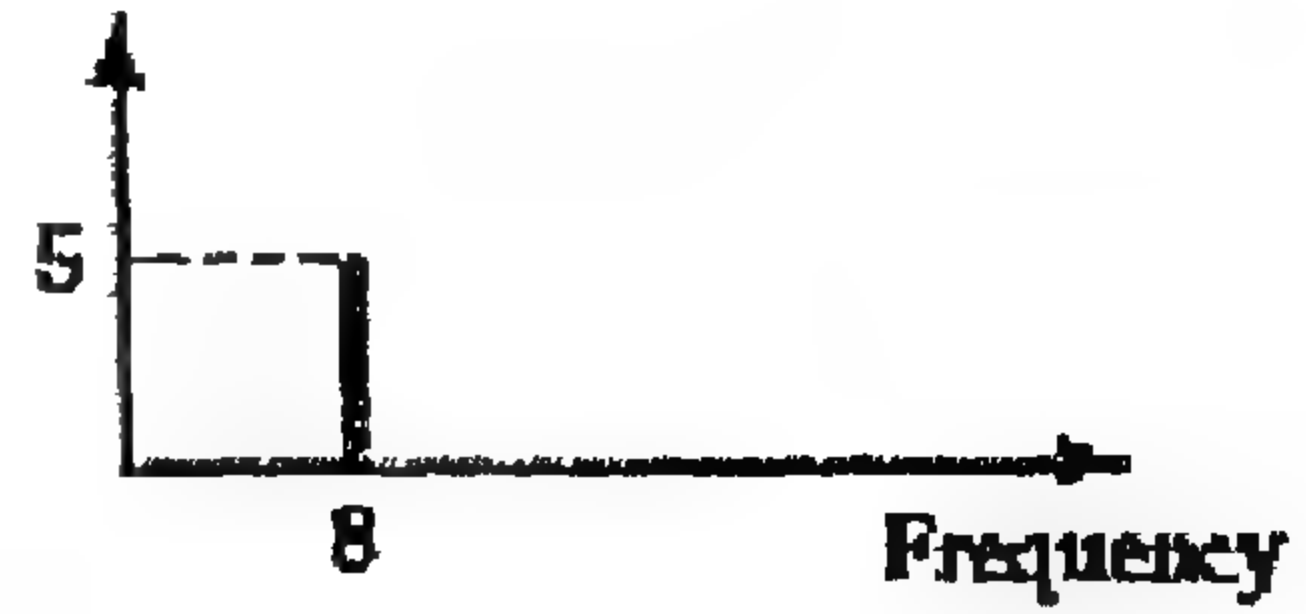
(a) حيز الترددات الموجودة داخل الإشارة

(b) الفرق بين أعلى تردد وأقل تردد

لموجات جيبية داخل الإشارة

(c) عرض طيف الإشارة

(38) الشكل التالي يمثل شكل الإشارة في النطاق



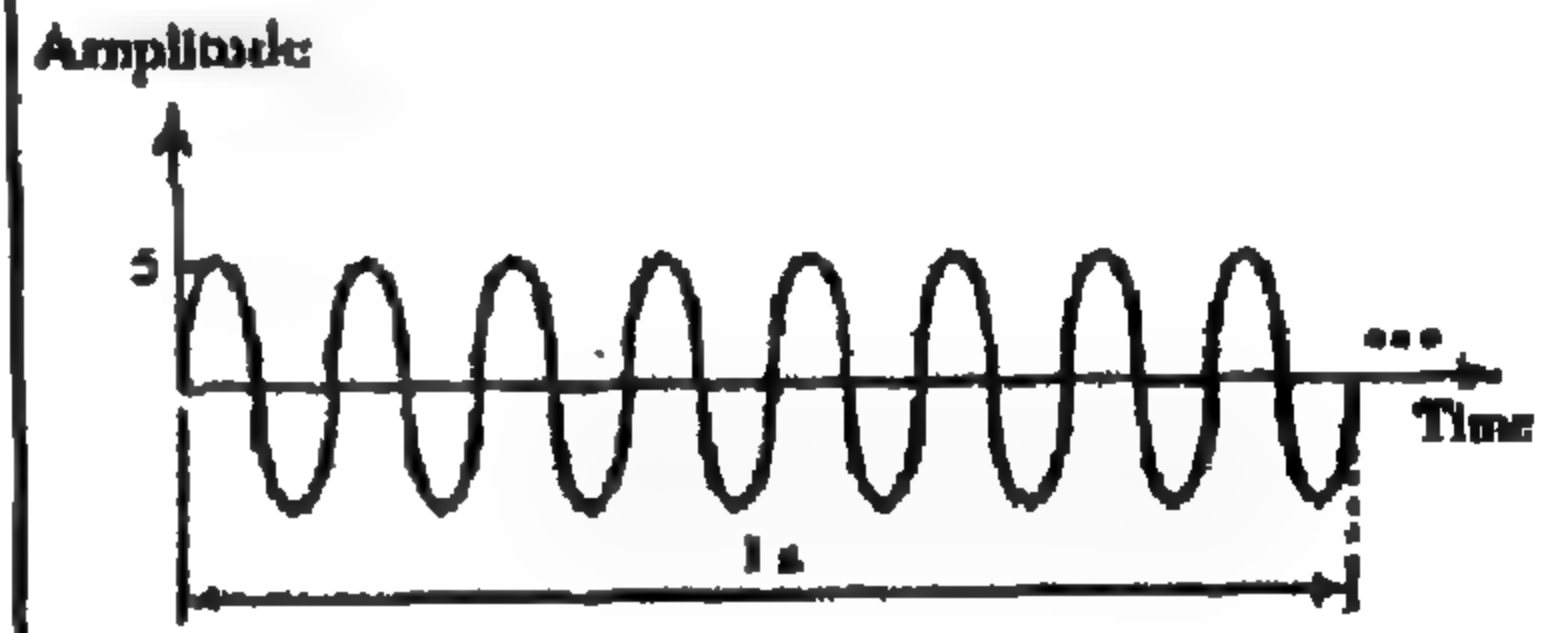
(a) الزمني

(b) الترددي

(c) الاثنان معا

(d) لا شيء مما سبق

(39) الشكل التالي يمثل شكلا الإشارة في النطاق



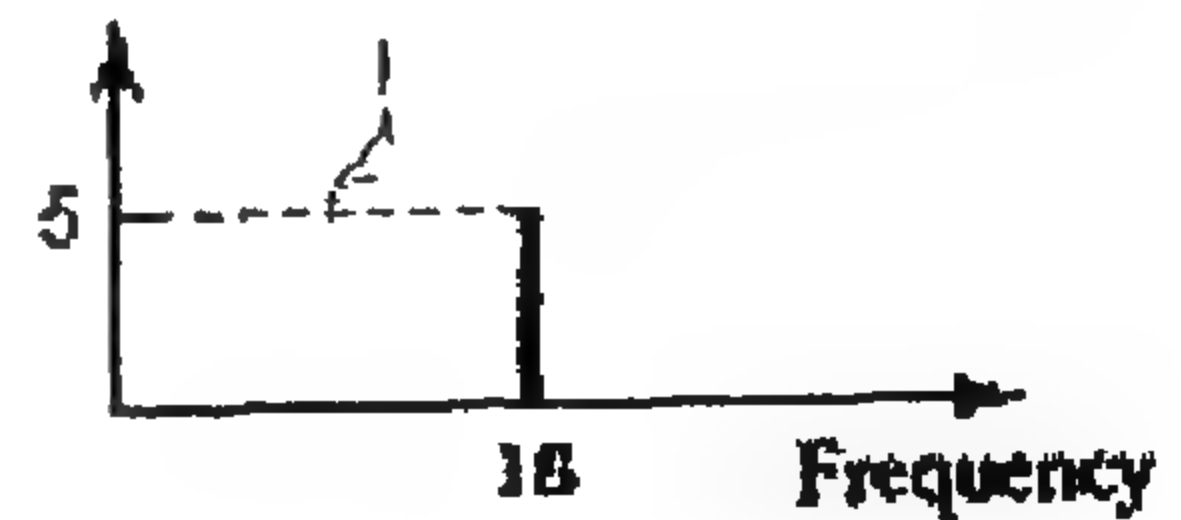
(a) الزمني

(b) الترددي

(c) الاثنان معا

(d) لا شيء مما سبق

(40) الشكل التالي



يمثل الطيف لأحد الإشارات التالية

Band-pass filter (c)	(d) لا شيء مما سبق
Band-stop filter (d)	(e) جميع ما سبق
إمرار الترددات الكبيرة فقط (47)	(43) المدى الترددي لقناة الاتصال (channel bandwidth) هو :
Low-pass filter (a)	(a) حيز الترددات الموجودة داخل الإشارة
High-pass filter (b)	(b) الفرق بين أعلى تردد وأقل تردد
Band-pass filter (c)	لموجات جيبية يمكن أن تمر خلال
Band-stop filter (d)	القناة
Nyquist تستخدم معادلة (48)	(c) أقصى تردد لموجة جيبية داخل
لحساب bit-rate في حالة	الإشارة
Noisy channel (a)	(d) عدد الإشارات التي تمر خلال القناة
Noiseless channel (b)	(e) لا شيء مما سبق
الاثنين معا (c)	(44) إمرار حيز محدود من الترددات
لا شيء مما سبق (d)	Low-pass filter (a)
Shannon تستخدم معادلة (49)	High-pass filter (b)
لحساب bit-rate في حالة	Band-pass filter (c)
Noisy channel (a)	Band-stop filter (d)
Noiseless channel (b)	(45) حجب حيز محدود من الترددات
الاثنين معا (c)	Low-pass filter (a)
لا شيء مما سبق (d)	High-pass filter (b)
Bit-rate هو (50)	Band-pass filter (c)
عدد البتات في الثانية الواحدة (a)	Band-stop filter (d)
مقلوب فترة البت (b)	(46) إمرار الترددات الصغيرة فقط
الاثنين معا (c)	Low-pass filter (a)
لا شيء مما سبق (d)	High-pass filter (b)

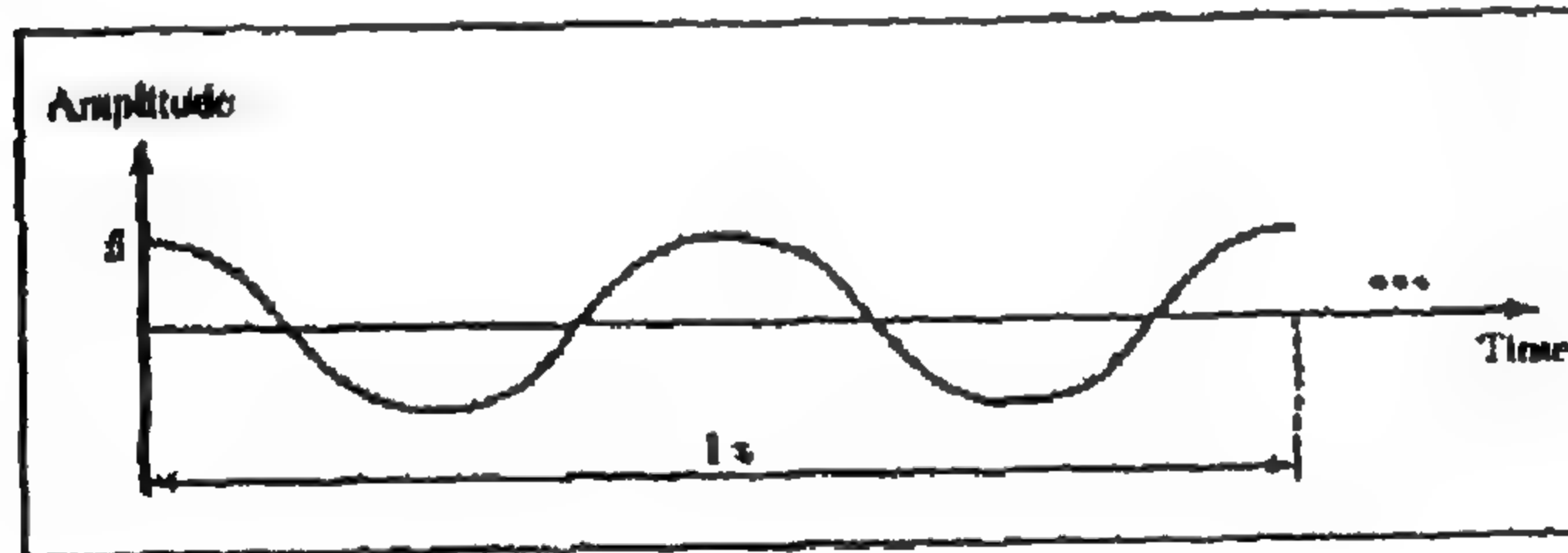
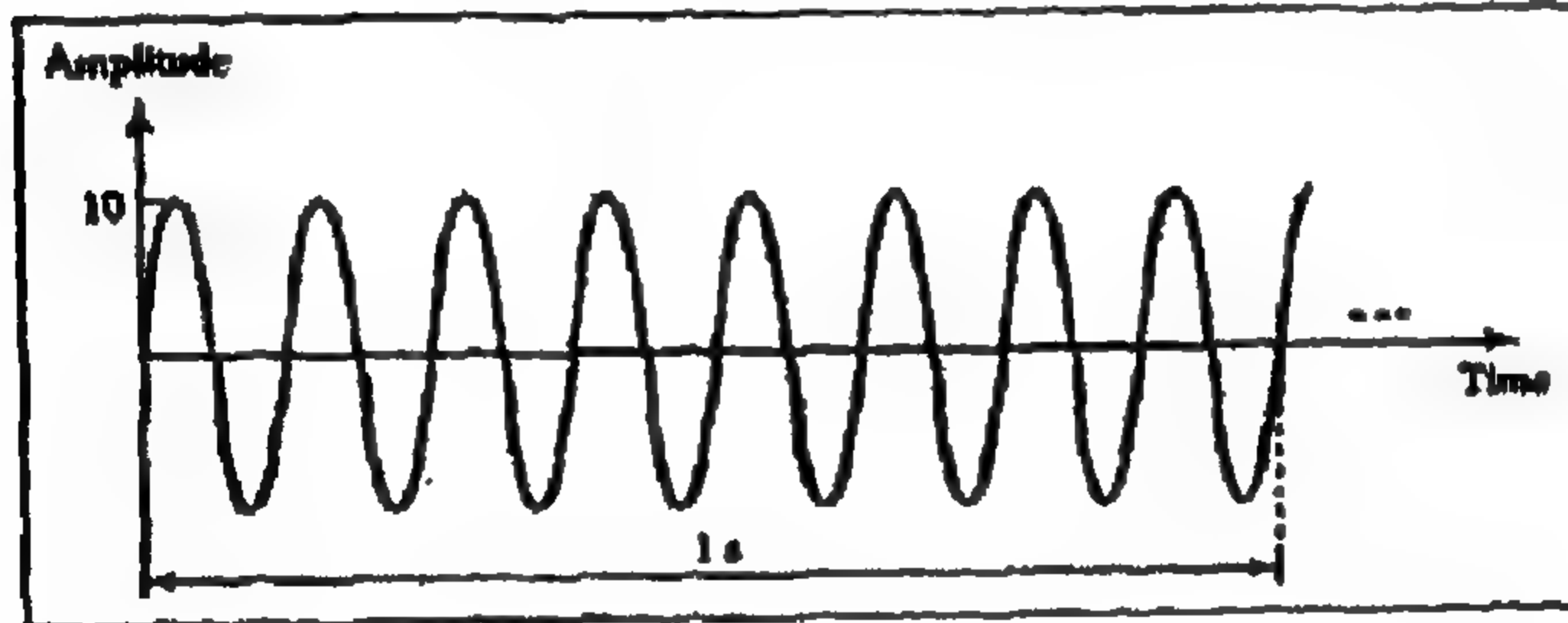
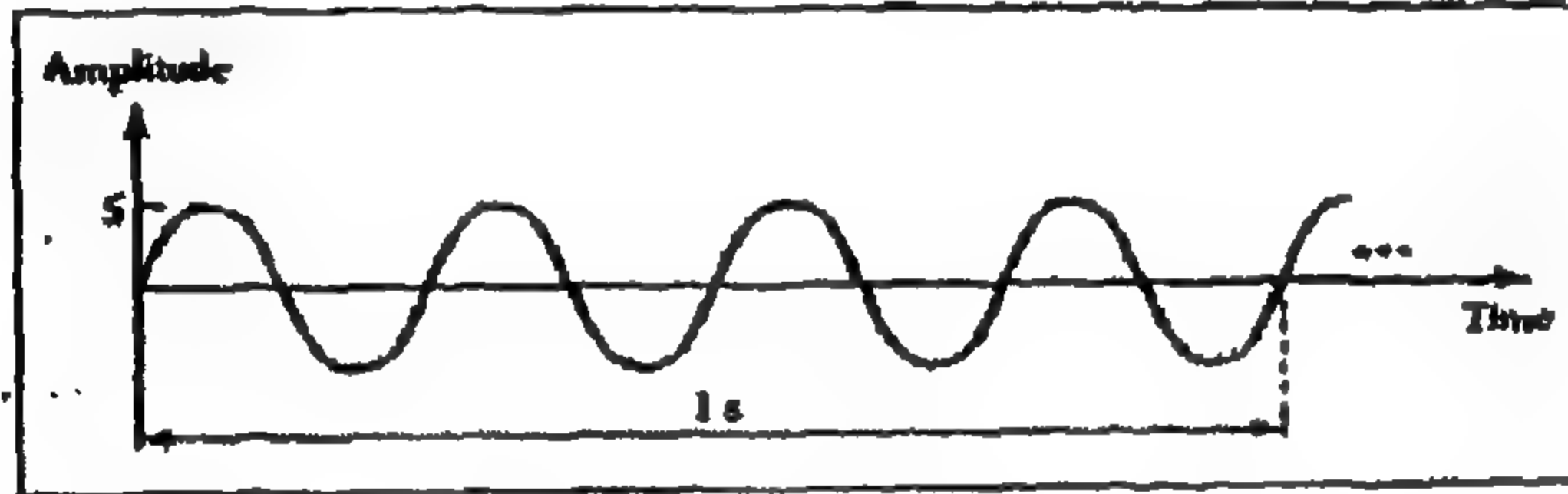
(c) الاثنين معا	(51) Bit-interval هو
(d) لا شيء مما سبق	(a) bit rate مقلوب
	(b) الفترة الزمنية لبِت واحد

الجزء الثاني

(52) أوجد قيمة كل من A (amplitude), F (Frequency) and ϕ (Phase)

للإشارات التالية

مع كتابة التمثيل الرياضي لكل إشارة



(53) أذكر بالرسم أنواع مرشحات الإشارة (Signal filters)

الجزء الثالث :

(54) أكتب (باللغة الإنجليزية) مصطلح العبارات التالية

- (a) زمن دورة كاملة
- (b) عدد الدورات (الذبذبات) في الثانية الواحدة
- (c) خارج قسمة المسافة التي تقطعها الإشارة على سرعة انتشار الإشارة
- (d) الفترة الزمنية التي عندها شدة الإشارة تساوي قيمة موجبه
- (e) مسافة دورة كاملة
- (f) مقياس البداية النسبية للإشارة في أول الفترة
- (g) أعلى قيمة (شدة) للإشارة
- (h) عدد المعلومات المرسل في الثانية الواحدة
- (i) عدد البتات في الثانية الواحدة
- (j) ضعف الإشارة نتيجة سريانها خلال قنوات الاتصال
- (k) خلل في شكل الإشارة نتيجة عدم عبور بعض مركبات الإشارة خلال قناة الإشارة
- (l) خلل في شكل الإشارة نتيجة إضافة إشارات خارجية أو داخلية غير مرغوب فيها

الجزء الرابع:

(55) عرف ما يلي :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| i) Frequency and time domains | a) Attenuation |
| j) Period | b) Noise |
| k) Frequency | c) Data rate |
| l) Amplitude | d) Distortion |
| m) Phase | e) Baud rate |
| n) Periodic and non-periodic signals | f) Signal Bandwidth |
| | g) Channel bandwidth |
| o) Analog and digital signals | h) Spectrum |

51) نظام إرسال يتم فحص قدرة الإشارة فيه عند ثلاث نقاط (1, 2, and 3). إذا علمت أن قدرة الإشارة عند النقطة رقم 1 تساوي 10 W ومعامل الوهن (attenuation factor) بين النقطة 2 and 1 يساوي -5 dB ومعامل التكبير (amplification factor) بين النقطة 3 and 2 يساوي 10 dB أوجد التالي:

(a) القدرة عند النقطتان 2 and 3

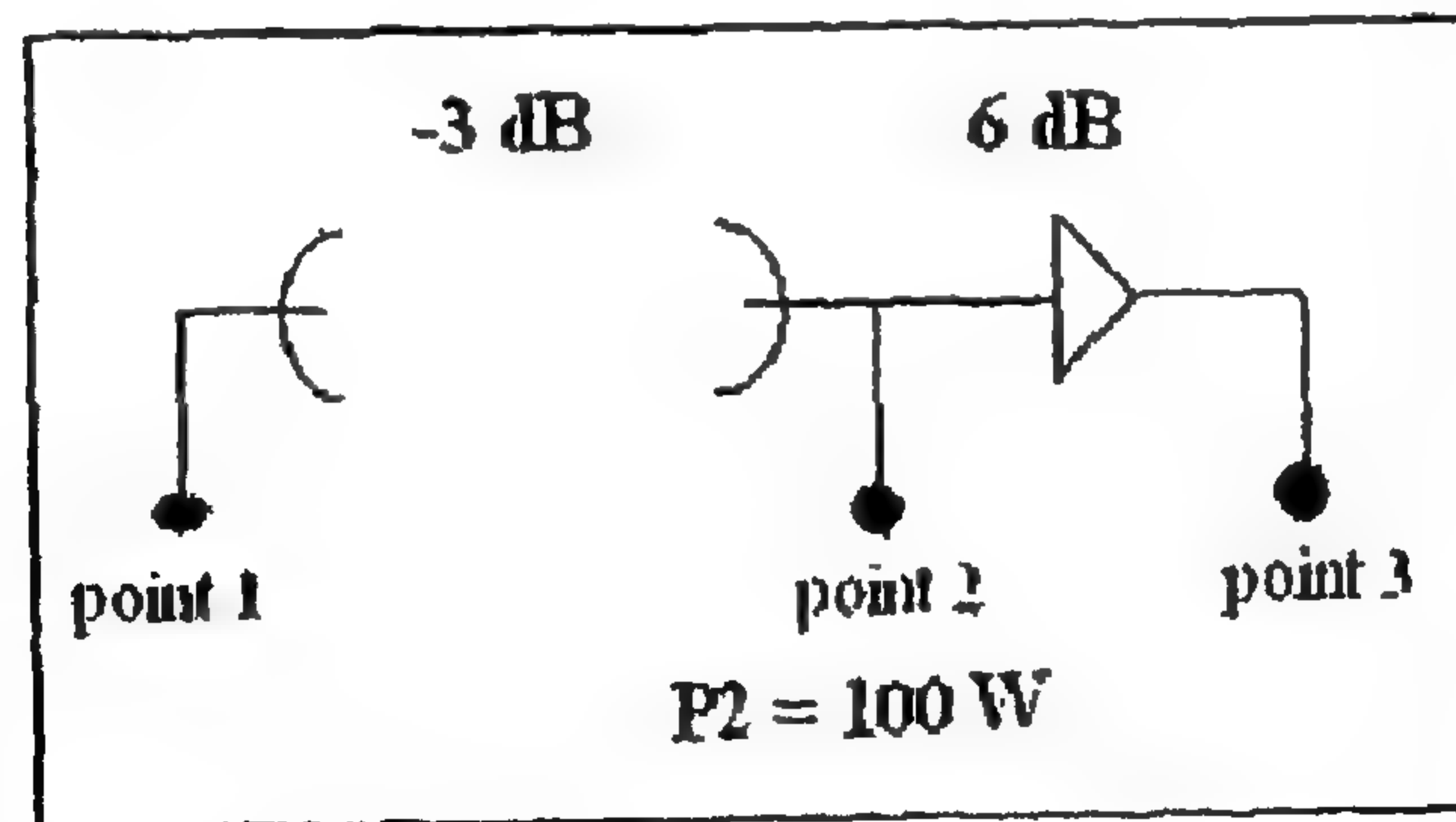
(b) احسب القدرة عند النقطة 3 من خلال معرفة أن مقدار تكبير النظام (system amplification) يساوي 2 dB

52) نظام إرسال يتم فحص قدرة الإشارة فيه عند ثلاث نقاط (1, 2, and 3). إذا علمت أن قدرة الإشارة عند النقطة رقم 2 تساوي 20 W ومعامل الوهن (attenuation factor) بين النقطة 2 and 1 يساوي -5 dB ومعامل التكبير (amplification factor) بين النقطة 3 and 2 يساوي 3 dB أوجد التالي:

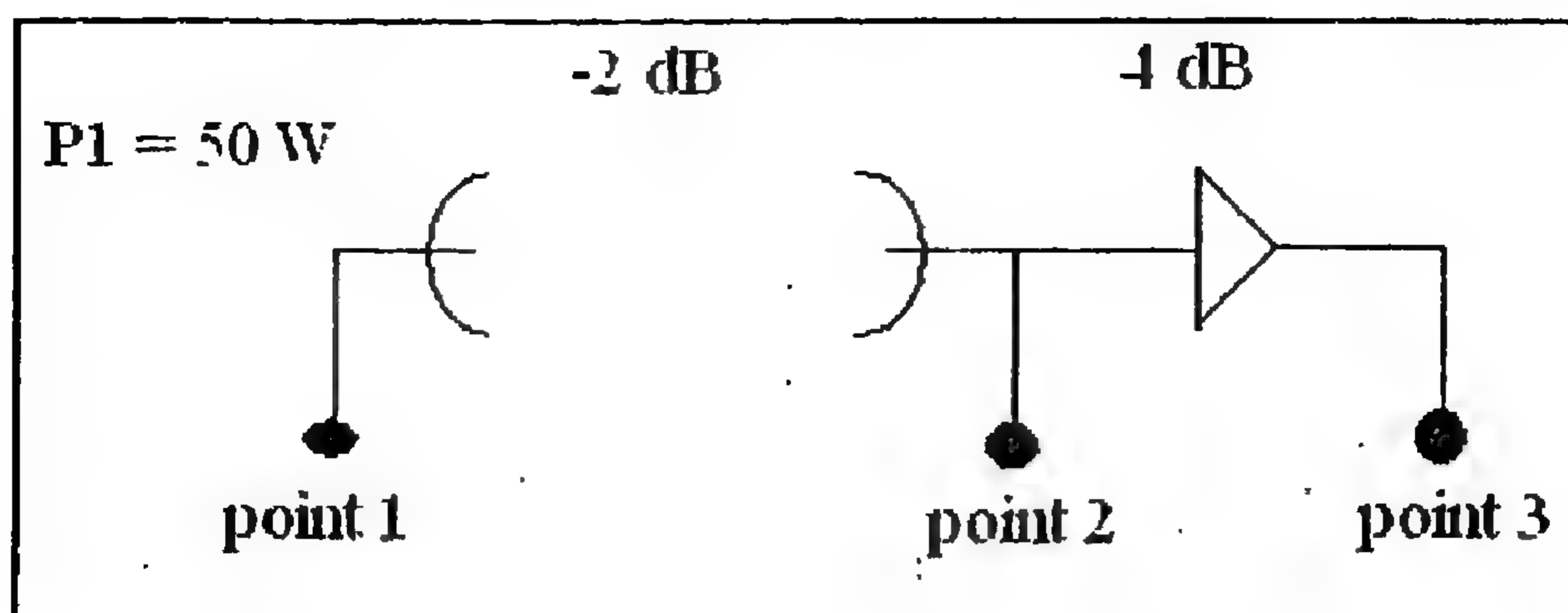
(a) القدرة عند النقطتان 1 and 3

(b) حدد طبيعة النظام (تكبير أم توهين amplification or attenuation)

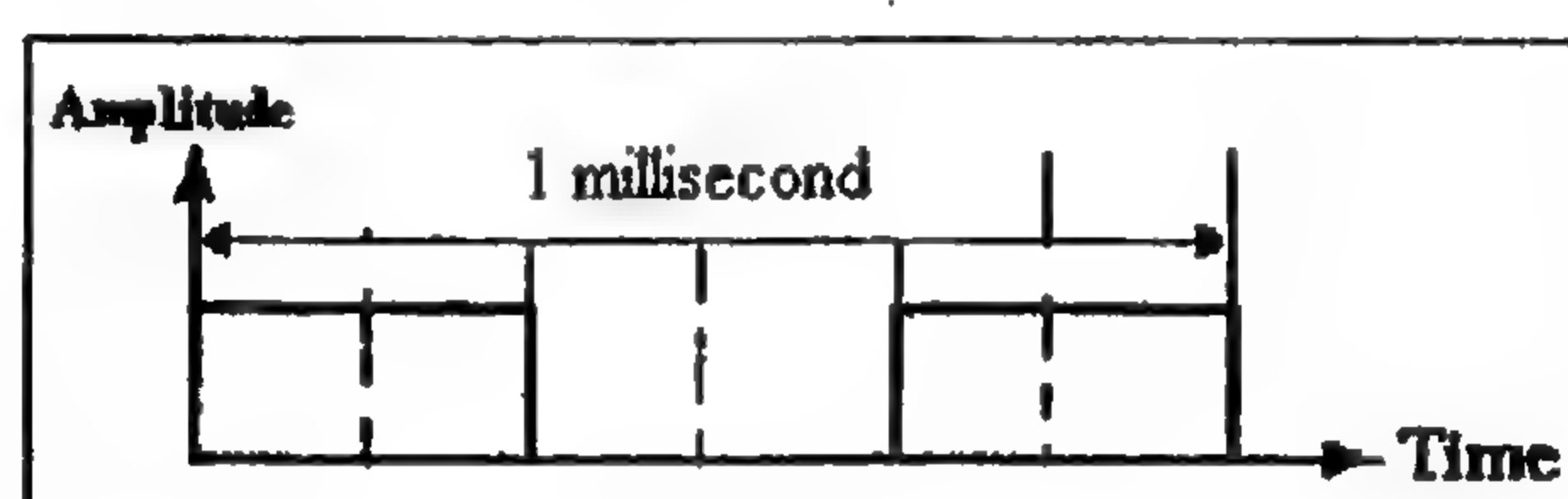
53) احسب القدرة عند النقطتين 1 ، 3 إذا علمت أن القدرة عند النقطة 2 هي 100W .
حدد طبيعة النظام



54) احسب القدرة عند النقطتين 2 ، 3 إذا علمت أن القدرة عند النقطة 1 هو 50 وات .
حدد طبيعة النظام



55) احسب قيمة bit rate للأشارة التالية



الفصل الثاني

تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة

ENCODING TECHNIQUES FOR DIGITAL AND ANALOG SIGNALS

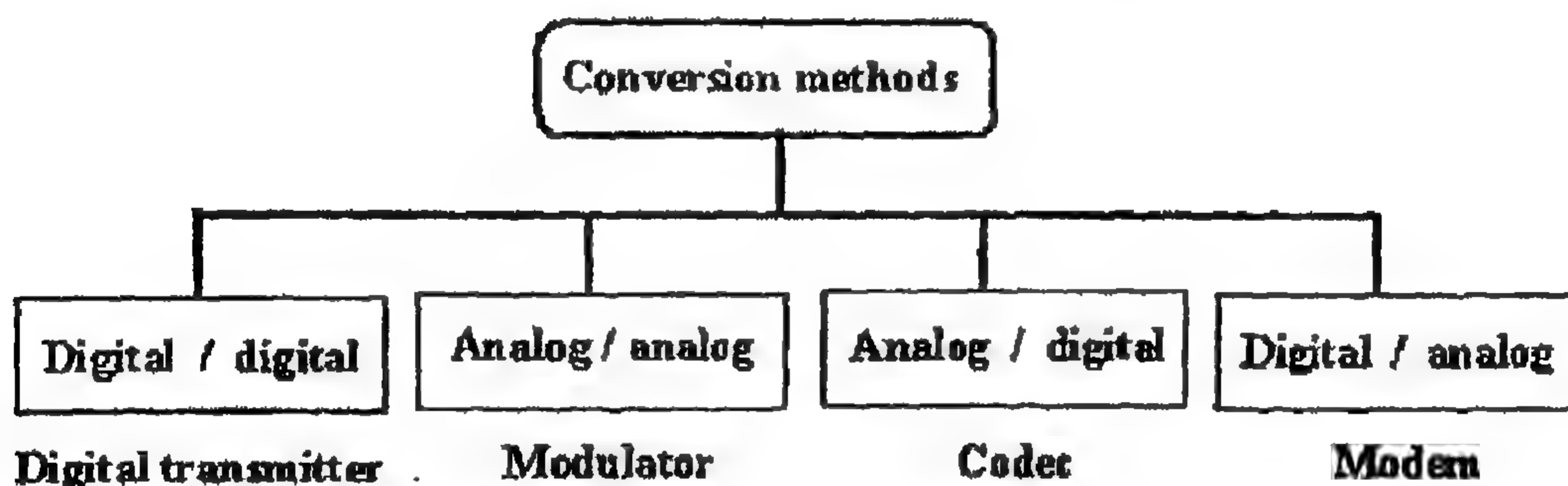
2.1 مقدمة

البيانات المراد إرسالها من مكان إلى مكان آخر يجب أن تتحول إلى إشارات قبل إرسالها خلال قنوات الإرسال. تحويل البيانات إلى إشارات يعتمد على شكل البيانات الأصلية (digital or analog) بالإضافة إلى نوع وسط الإرسال. البيانات المخزنة داخل جهاز الحاسب تكون في شكل بيانات رقمية (digital data) تتكون من (0's or 1's). لنقل هذه البيانات للرقمية من مكان إلى آخر عبر وسط الإرسال يجب تحويلها إلى إشارات رقمية (digital signal) أو إشارات متصلة (analog data).

التقنية المستخدمة في تحويل البيانات إلى إشارات تسمى encoding. تستخدم أجهزة متعددة لتحويل البيانات إلى إشارات. يمكن تقسيم هذه الأجهزة تبعاً لنوع البيانات (digital or analog data) ونوع الإشارة (digital or analog signal) إلى:

- a) Modem
- b) Modulator
- c) Digital transmitter
- d) Codec

وقد تم تعريف هذه الأجهزة واستخداماتها في تحويل البيانات إلى إشارات في الفصل الأول. الشكل رقم 1 يوضح الأجهزة المستخدمة في تحويل البيانات إلى إشارات ونوع الجهاز المستخدم في كل حالة



شكل 1: الأجهزة المستخدمة في تحويل البيانات إلى إشارات

2.2 خصائص الإشارات والتشفير

CHARACTERISTICS OF SIGNALS AND ENCODING

تحدثنا في الفصل الأول عن عوامل الإشارة (signal parameters) المختلفة مثل (amplitude, frequency, phase, duration, wavelength, and propagation speed of the signal).

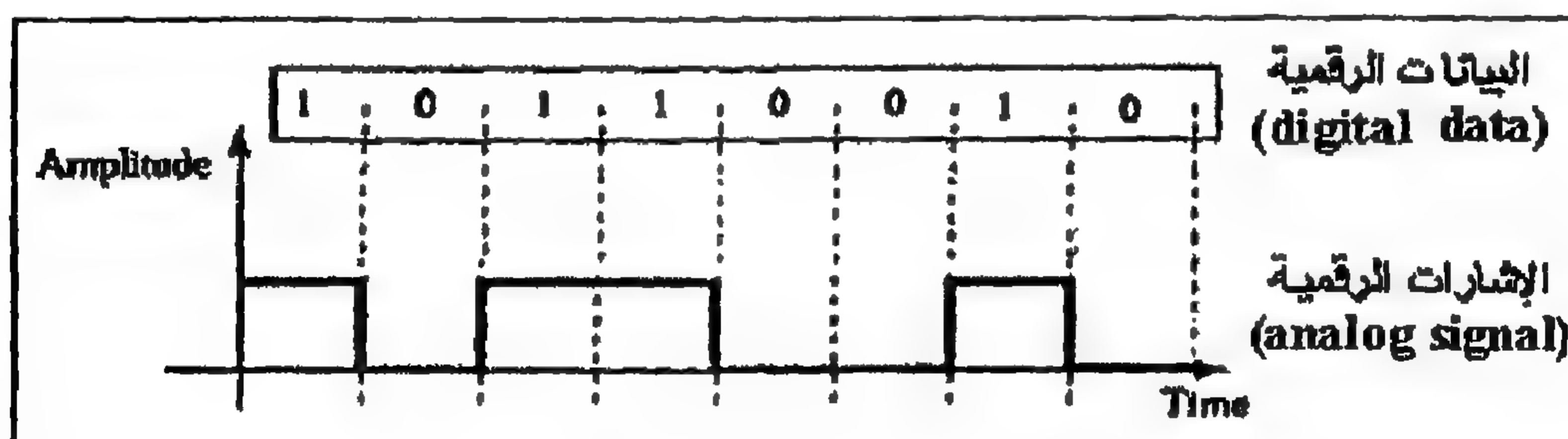
في الجزء التالي سنتناول بعض خصائص الإشارات مثل عدد مستويات الإشارة (signal levels) والمركبة المستمرة للإشارة (DC component)

2.2.1 مستوى الإشارة ومستوى البيانات (Signal level versus data level)
البيانات الرقمية (digital data) لها قيمتان (0 or 1) والإشارات الرقمية (digital signal) يمكن أن يكون لها عدة مستويات سنخصص بالذكر هنا الإشارات ذو المستويين (جهد صفري و جهد موجب) والإشارات ذو الثلاث مستويات (جهد سالب و جهد صفري و جهد موجب) . الشكل رقم 2 والشكل رقم 3 يوضحان البيانات الرقمية والإشارات الرقمية المناظرة لها.

في الشكل 2 الإشارة لها مستويان: مستوى موجب يناظر البيانات الرقمية (1) ومستوى صفر يناظر البيانات الرقمية (0) .

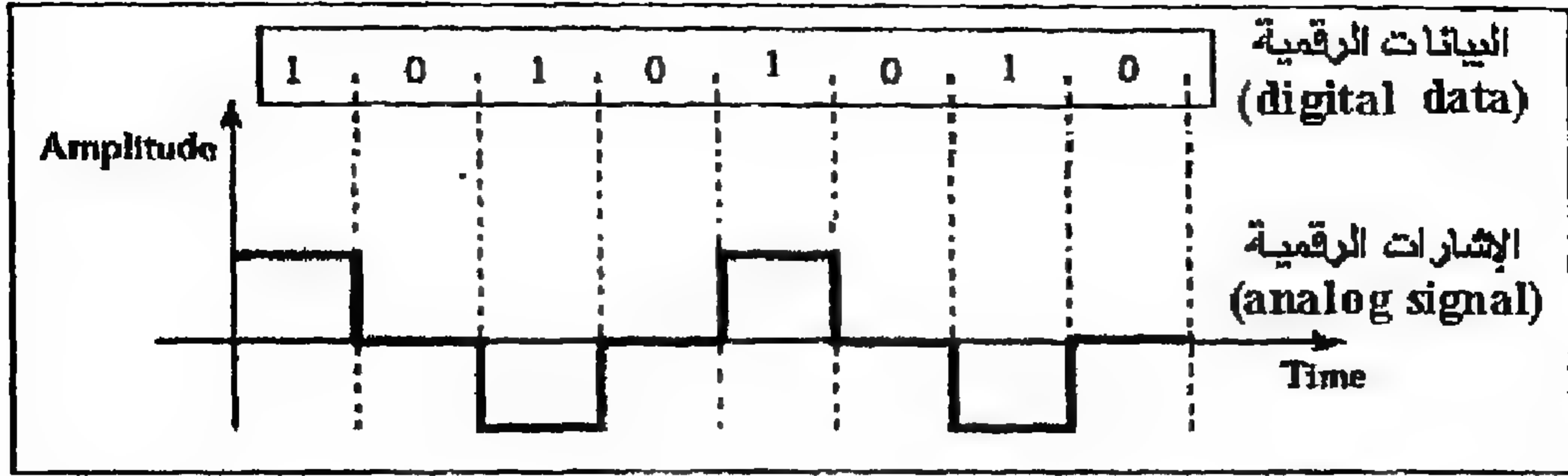
في الشكل 3 الإشارة لها ثلاث مستويات: مستوى موجب أو مستوى سالب يناظر البيانات الرقمية (1) ومستوى صفر يناظر البيانات الرقمية (0) .

في الأجزاء التالية سيتم شرح كيفية تحديد مستوى الإشارة لتشفير قيم البيانات الرقمية (0 or 1) وذلك من خلال دراسة تقنيات التشفير المختلفة



شكل 2: بيانات ذو قيمتان (0 or 1) وإشارة ذو مستويين

(مستوى موجب ومستوى صفر)



شكل 3: بيانات ذو قيمتان (0 or 1) وإشارة ذو ثلاث مستويات
(مستوى سالب ومستوى صفر ومستوى موجب)

2.2.2 المركبة المستمرة للإشارة DC component

تعرف المركبة المستمرة للإشارة بأنها القيمة المتوسطة لسعة الإشارة . المركبة المستمرة للإشارة ترمز إلى جهد البطارية الثابت الذي يضاف إلى المكونات المادية الخاصة بالتشفير.

نقاس المركبة المستمرة للإشارة بوحدات الجهد (volt) إذا كانت الإشارة تمثل جهد كهربائي أو بوحدات التيار (ampere) إذا كانت الإشارة تمثل تيار كهربائي. يمكن حساب المركبة المستمرة للإشارة من المعادلة:

$$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

Where: V_{DC} : the value of the DC component (V) قيمة المركبة المستمرة للإشارة

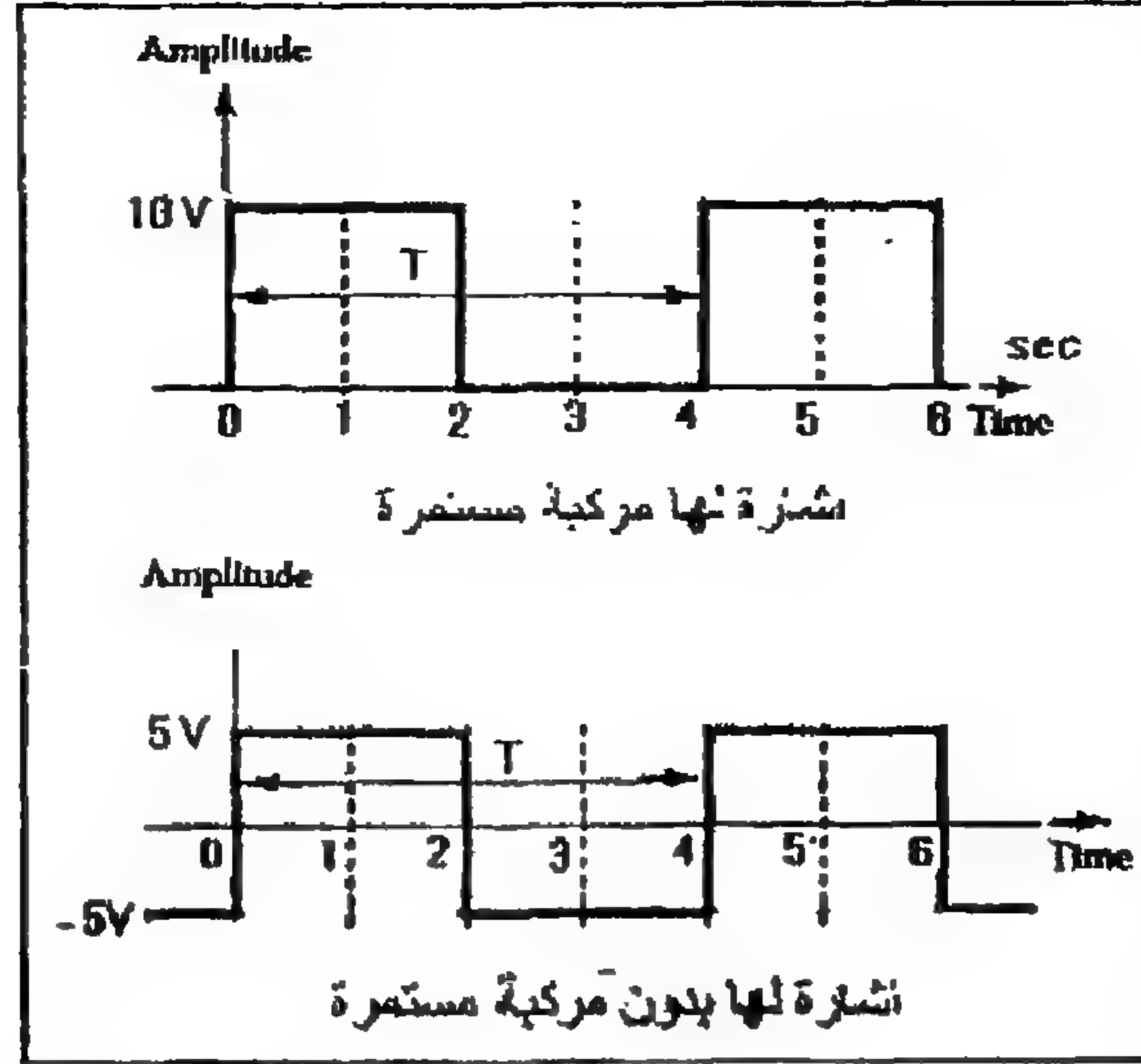
T: the signal period (sec) الزمن الدوري للإشارة

f(t): the signal represented in time domain

الإشارة كدالة في المجال الزمني

مثال 1 :

احسب المركبة المستمرة للإشارات الرقمية الموضحة في الشكل رقم 4



شكل 4: إشارة لها مركبة مستمرة وأخرى ليس لها مركبة مستمرة

الحل:

$$\begin{aligned}
 (a) \quad V_{DC} &= \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{1}{4} \int_0^4 f(t) dt \\
 &= \frac{1}{4} \left[\int_0^2 10 dt + \int_2^4 0 dt \right] = \frac{1}{4} \left[10t \Big|_0^2 + 0t \Big|_2^4 \right] = \frac{1}{4} [10(2-0) + 0] = 5V \\
 (b) \quad V_{DC} &= \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{1}{4} \int_0^4 f(t) dt \\
 &= \frac{1}{4} \left[\int_0^2 5 dt + \int_2^4 -5 dt \right] = \frac{1}{4} \left[5t \Big|_0^2 - 5t \Big|_2^4 \right] = \frac{1}{4} [5(2-0) - 5(4-2)] = 0V
 \end{aligned}$$

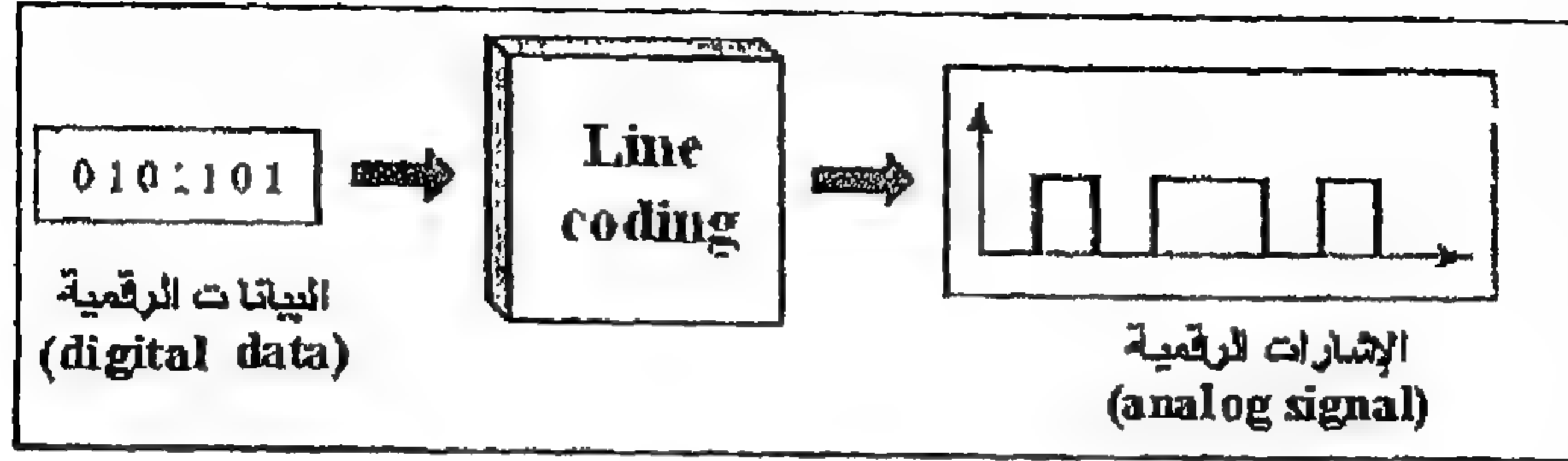
2.3 التحويل من بيانات رقمية إلى إشارات رقمية (التشفير الخطي)

DIGITAL DATA TO DIGITAL SIGNAL CONVERSION (LINE ENCODING)

في الجزء التالي سنتناول التقنيات المستخدمة في تشفير البيانات الرقمية (digital data) بتحويلها إلى إشارات رقمية (digital signal) وهو ما يسمى digital-to-digital

encoding أو line encoding

تشفير digital-to-digital هو تحويل البيانات الرقمية (digital data) إلى إشارات رقمية (digital signal) أي أنه يتم تحويل البيانات الرقمية المراد إرسالها إلى سلسلة من النبضات كما موضح في الشكل رقم 5



شكل 5: تحويل البيانات الرقمية إلى إشارات رقمية (line encoding)

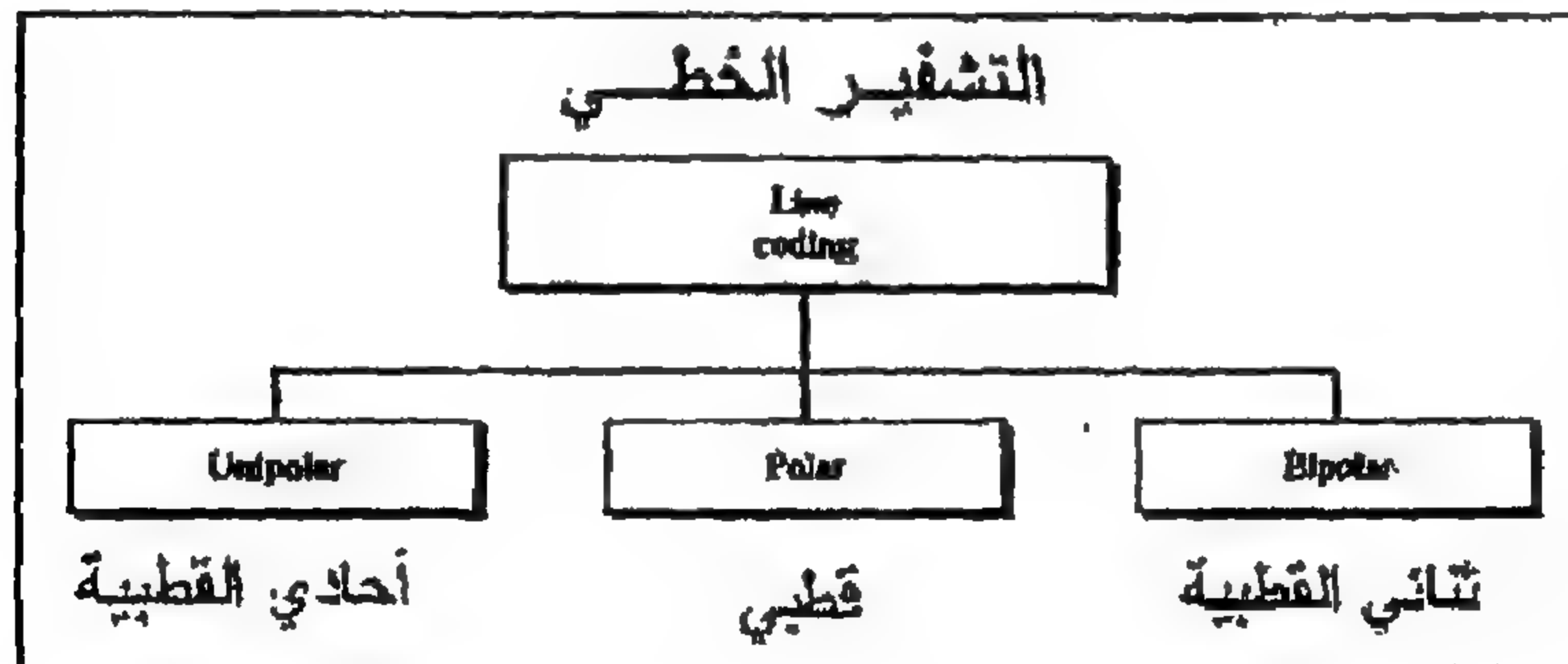
التشفير الخطي له ثلاثة أنواع:

(a) التشفير الخطي أحادي القطبية Unipolar line encoding

(b) التشفير الخطي القطبي Polar line encoding

(c) التشفير الخطي ثنائي القطبية Bipolar line encoding

الشكل رقم 6 يوضح أنواع التشفير الخطي



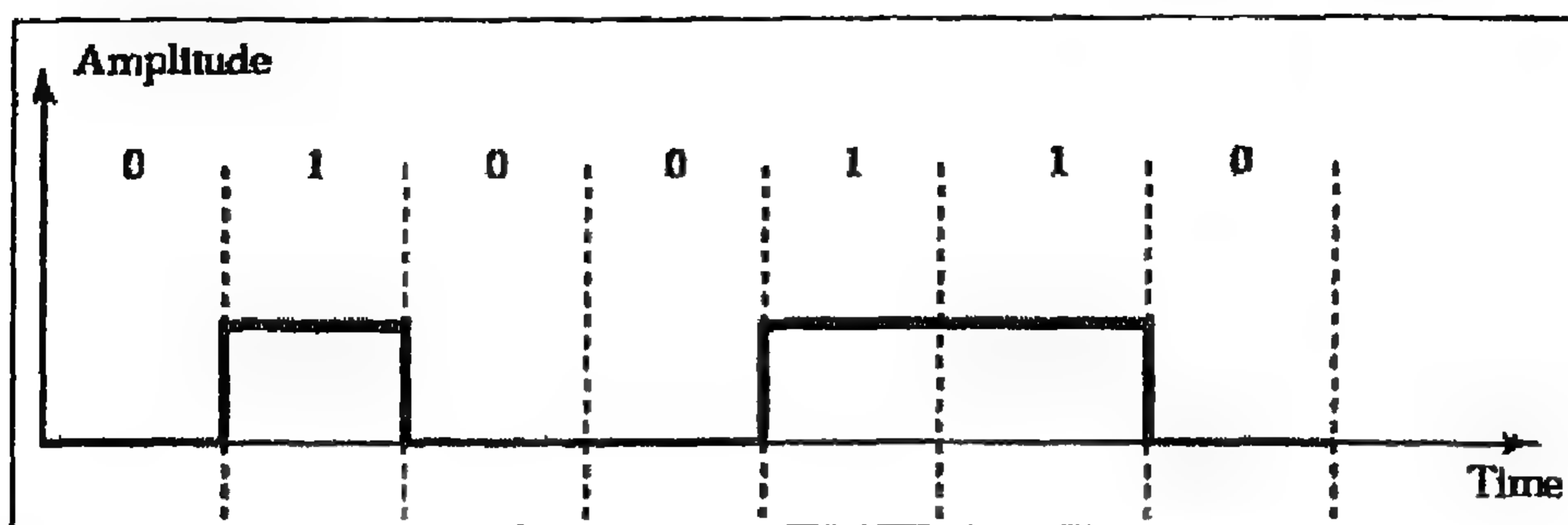
شكل 6: أنواع التشفير الخطي

2.3.1 التشفير الخطي أحادي القطبية Unipolar line encoding

هذا النوع يعتبر أبسط أنواع التشفير الخطي حيث أنه يتم تشفير قيمة البيانات (1) بواسطة مستوى موجب (جهد موجب) للإشارة غالباً ما يكون 5 فولت وتشفير قيمة

البيانات (0) بواسطة مستوى صفر (جهد صفري) للإشارة. الشكل رقم 7 يوضح

استخدام التشفير أحادي القطبية في تشفير البيانات الرقمية (0 1 0 0 1 1 0)



شكل 7: استخدام التشفير أحادي القطبية في تشفير البيانات الرقمية (0 1 0 0 1 1 0)

التزامن Synchronization

يعرف التزامن بأنه عملية التوافق بين عمل كل من جهازي الاستقبال والإرسال في أنظمة الاتصالات. ولتحقيق التزامن يجب أن تكون نبضات تشغيل جهاز الإرسال مساوية تماماً لنبضات تشغيل جهاز الاستقبال أي أن سرعة إرسال البيانات بواسطة جهاز الإرسال يجب أن تكون مساوية لسرعة معالجة البيانات في جهاز الاستقبال.

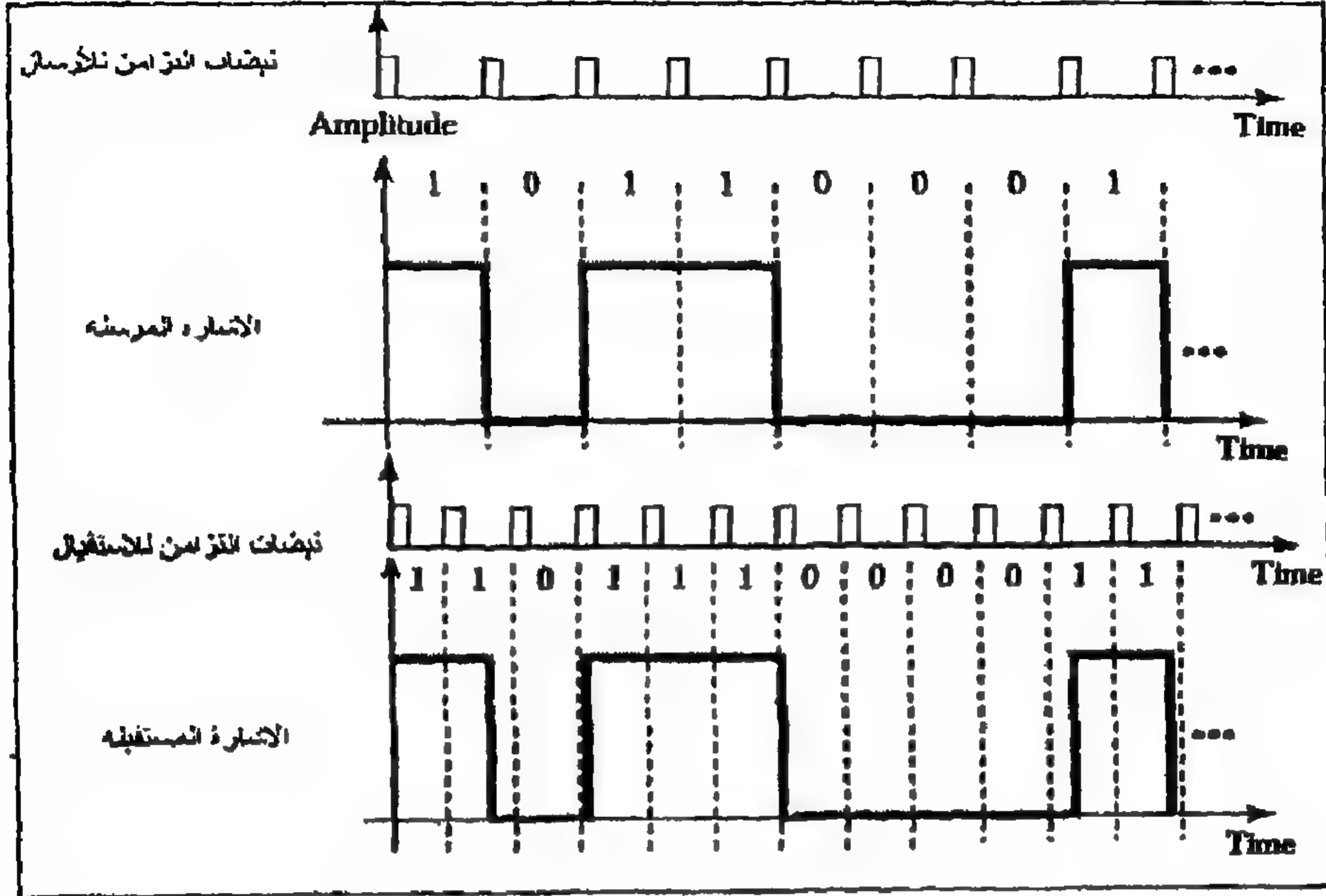
التزامن هو أكثر مشاكل التشفير الخطي أحادي القطبية. الشكل رقم 8 يبين فقد التزامن بين الإرسال والاستقبال عند استخدام التشفير الخطي أحادي القطبية والذي أدى إلى وجود خطأ في الإشارة المستقبلية حيث أنه خلال فترة زمنية محددة تم إرسال البيانات الرقمية (10110001=8 bits) وفي نفس الفترة الزمنية تم استقبال البيانات الرقمية (110111000011=12 bits) نتيجة لأن نبضات التزامن لجهاز الاستقبال أسرع من نبضات التزامن لجهاز الإرسال

يوجد طريقتان يتم بأحدهما التغلب على مشكلة عدم التزامن بين المرسل والمستقبل

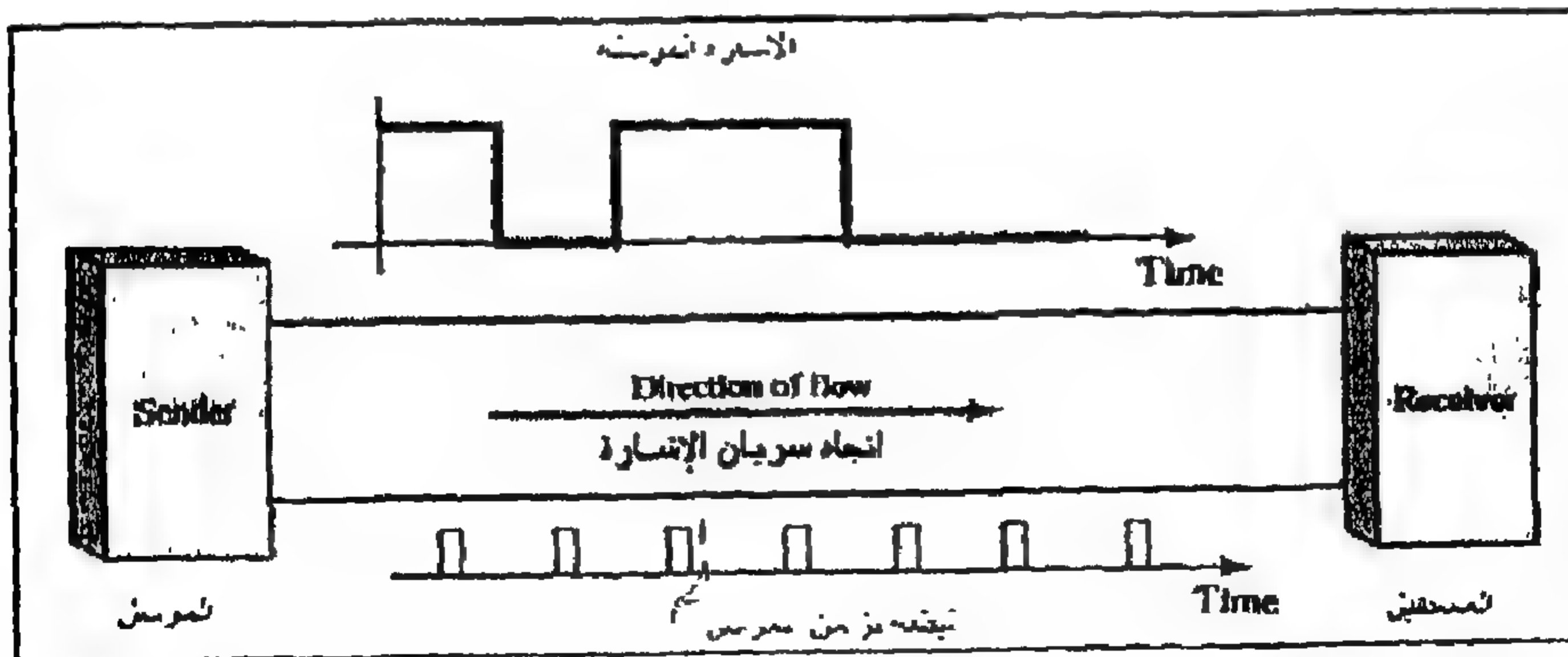
الطريقة الأولى:

استخدام كابلان الأول لإرسال الإشارات والثاني لإرسال نبضات التزامن من المرسل إلى المستقبل. في هذه الطريقة يعمل المستقبل بنفس نبضات التزامن الخاصة بالمرسل. من

عيوب هذه الطريقة أنها مكلفة وذلك لاستخدام كابلان بدلاً من كابل واحد. الشكل رقم 9 يوضح الطريقة الأولى للتغلب على فقد التزامن من خلال استخدام كابلان بين المرسل والمستقبل أحدهما يحمل نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) لتشغيل المستقبل والآخر يحمل الإشارة الأصلية



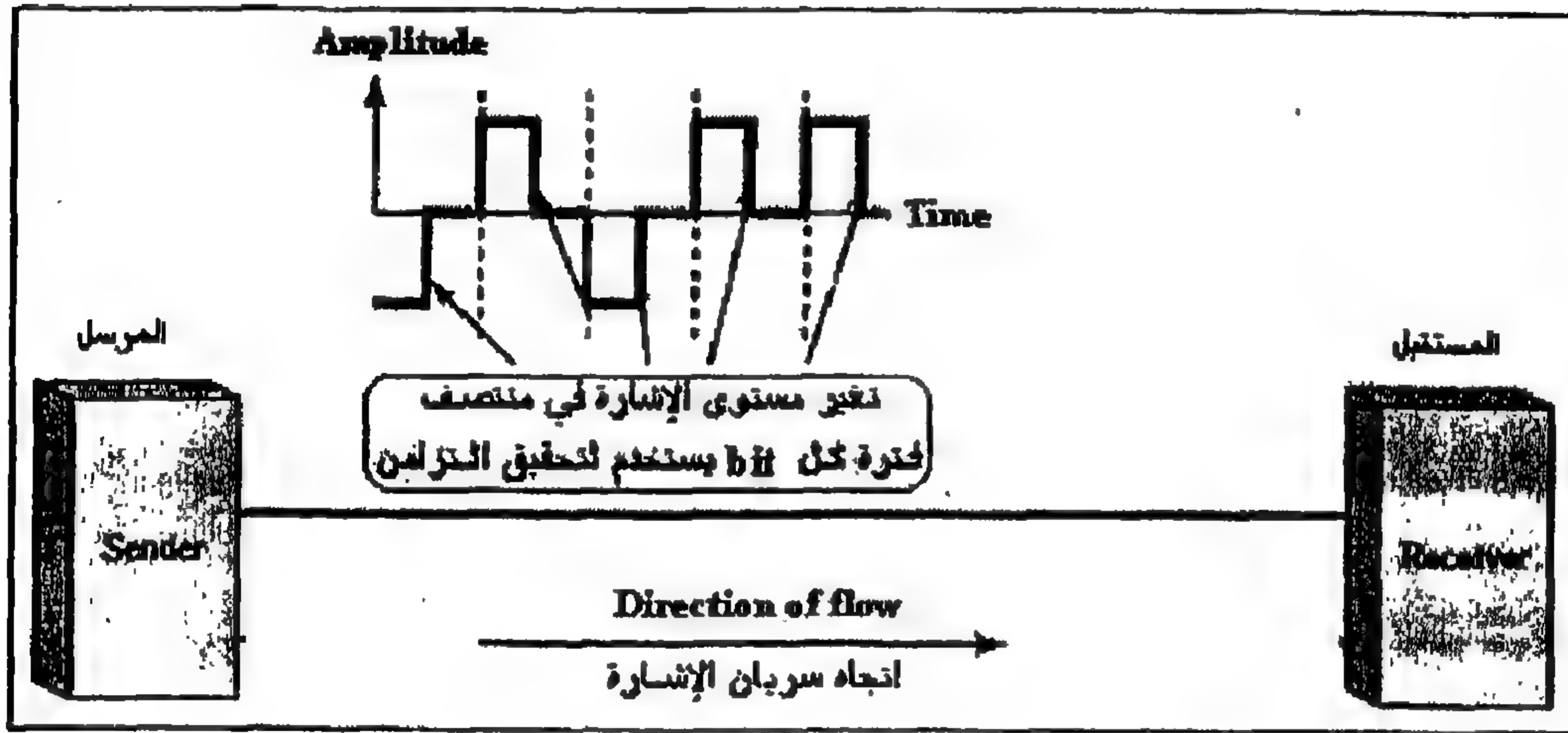
شكل 8: فقد التزامن بين الإرسال والاستقبال عند استخدام التشفير الخطي أحادي القطبية



شكل 9: الطريقة الأولى للتغلب على فقد التزامن من خلال استخدام كابلان أحدهما يحمل نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) لتشغيل المستقبل والآخر يحمل الإشارة الأصلية

الطريقة الثانية

الطريقة الثانية هي الطريقة الشائعة الاستخدام في الاتصالات حيث يتم تركيب نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) على الإشارة المرسله وإرسالها على كابل واحد .
الشكل رقم 10 يوضح الطريقة الثانية للتغلب على فقد التزامن من خلال استخدام كابل واحد بين المرسل والمستقبل حيث يتم تركيب نبضات تشغيل المرسل (نبضات التزامن) على الإشارات الأصلية وإرسالها معا على كابل واحد. الشكل رقم 10 يوضح أن تغير مستوى الإشارة في منتصف فترة كل bit يستخدم لتحقيق التزامن



شكل 10 : الطريقة الثانية للتغلب على فقد التزامن من

خلال استخدام كابل واحد بين المرسل والمستقبل

مثال 2 :

في إرسال رقمي نبضة التزامن للاستقبال أسرع % 0.1 من نبضة التزامن للإرسال.
أوجد عدد bits الإضافية التي يتلقاها المستقبل زيادة عن المرسل في الثانية الواحدة إذا
كان معدل البيانات

1) Data rate = 10 Kbps

2) Data rate = 10 Mbps

أوجد معدل استقبال البيانات لجهاز الاستقبال في كل حالة

الحل:

1) At data rate = 10 Kbps:

المرسل يقوم بإرسال البيانات الرقمية بمعدل 10 Kbps

Data rate of transmission = $DR_T = 10 \text{ Kbps}$

حيث أن المستقبل يستقبل البيانات عند نبضات تزامن 0.1 % أسرع من نبضات التزامن للإرسال فيكون عدد bits الزائدة التي يستقبلها في الثانية الواحدة =

$$\text{Number of extra bits at the receiver} = 10000 * \frac{0.1}{100} = 10 \text{ bit}$$

وبالتالي يكون معدل استقبال البيانات =

$$\text{Data rate of reception} = DR_R = 10000 + 10 = 10010 \text{ bps}$$

2) At 10 Mbps:

المرسل يقوم بإرسال البيانات الرقمية بمعدل 10 Mbps

Data rate of transmission = $DR_T = 10 * 10^6 \text{ bps}$

وحيث أن المستقبل يستقبل البيانات عند نبضات تزامن 0.1 % أسرع من نبضات التزامن للإرسال فيكون عدد bits الزائدة التي يستقبلها في الثانية الواحدة =

$$\text{Number of extra bits at the receiver} = 10 * 10^6 * \frac{0.1}{100} = 10000 \text{ bits}$$

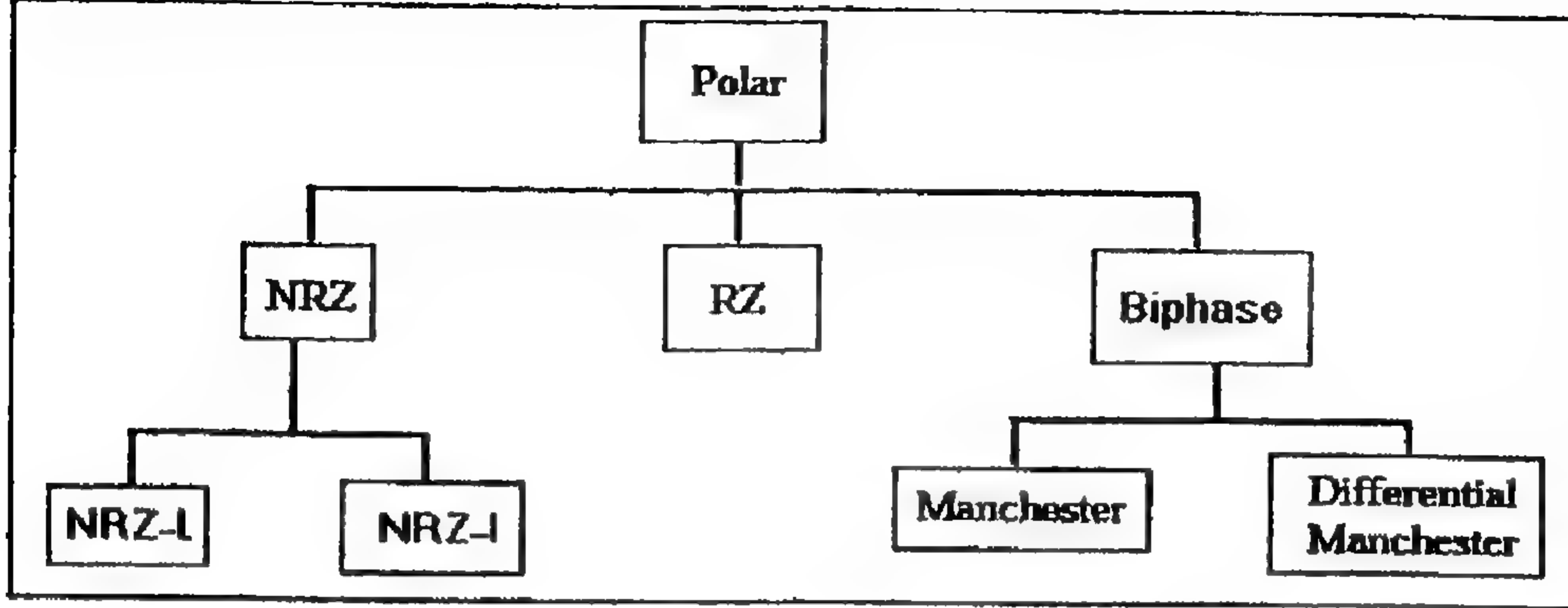
وبالتالي يكون معدل استقبال البيانات =

$$\text{Data rate of reception} = DR_R = 10 * 10^6 + 10000 = 10010000 \text{ bps}$$

2.3.2 التشفير الخطي القطبي Polar line encoding

التشفير القطبي يستخدم مستوى جهد موجب ومستوى جهد سالب لتشفير البيانات الرقمية

. الشكل رقم 11 يوضح تقنيات التشفير الخطي القطبي



شكل 11: تقنيات التشفير الخطي القطبي

1) Nonreturn to Zero (NRZ)

كما هو موضح في الشكل 11 تقنية التشفير NRZ تنقسم إلى طريقتان: NRZ-L and

NRZ-I

a) NRZ-L encoding

في حالة استخدام طريقة (NRZ-L) يستخدم مستوى الإشارة الموجب في تشفير قيمة

البيانات الرقمية (0) ويستخدم المستوى السالب في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1)

a) bit = 0 \longrightarrow level = positive voltage مستوى موجب للإشارة

b) bit = 1 \longrightarrow level = negative voltage مستوى سالب للإشارة

b) NRZ-I encoding

في حالة استخدام طريقة (NRZ-I) يتم تغير مستوى الإشارة (من سالب إلى موجب أو

العكس) إذا كانت قيمة البيانات الرقمية التالية (1) و عدم تغيير مستوى الإشارة إذا كانت

قيمة البيانات الرقمية التالية (0)

a) next bit = 1 \longrightarrow level changes from positive to negative or vice versa

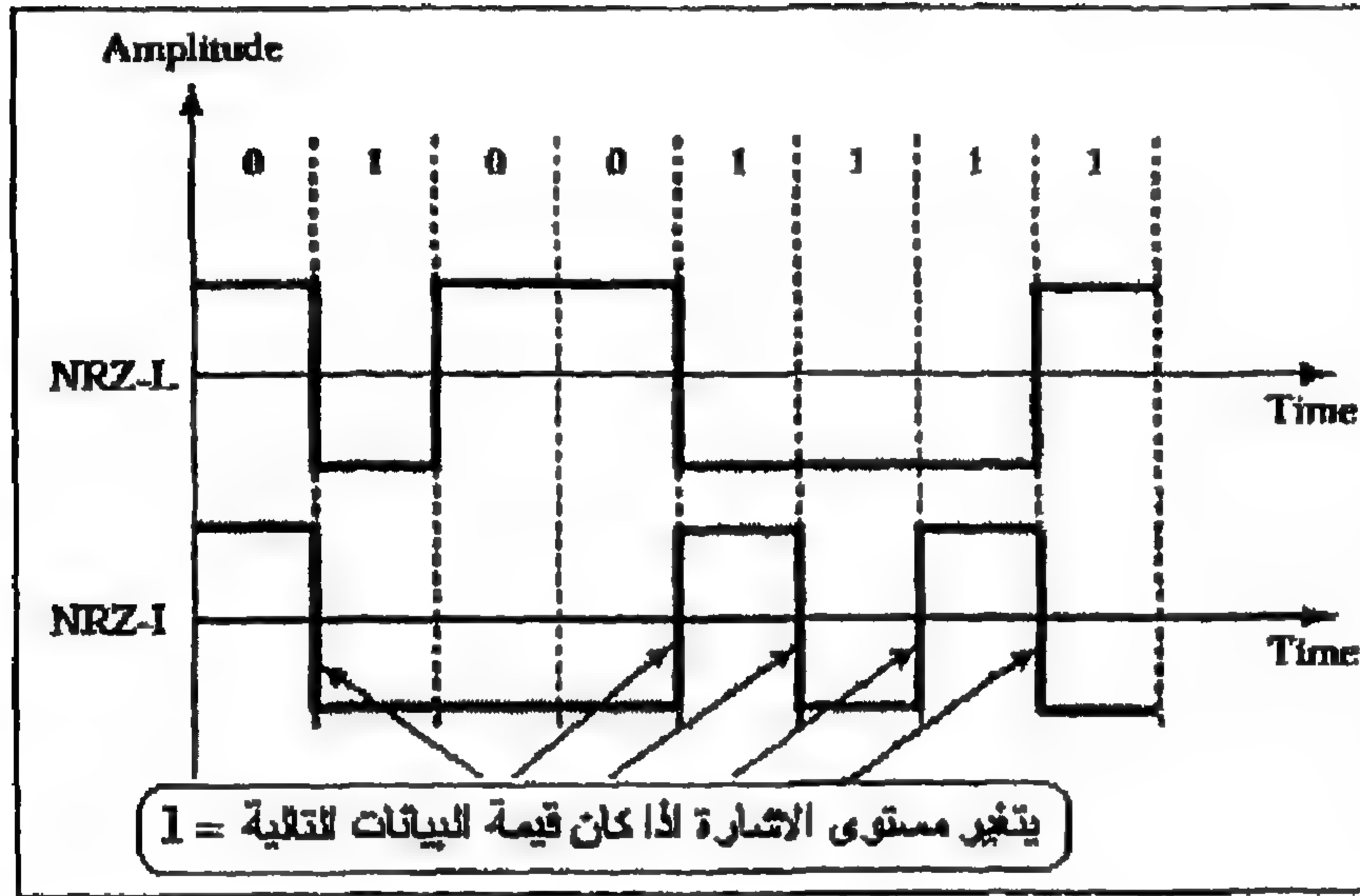
يتغير المستوى من موجب إلى سالب أو العكس

b) next bit = 0 \longrightarrow level does not change

المستوى لا يتغير

الشكل رقم 12 يوضح استخدام (NRZ-L and NRZ-I) في تشفير البيانات

الرقمية (01001111)



شكل 12: استخدام (NRZ-L and NRZ-I) في تشفير البيانات الرقمية

(01001111)

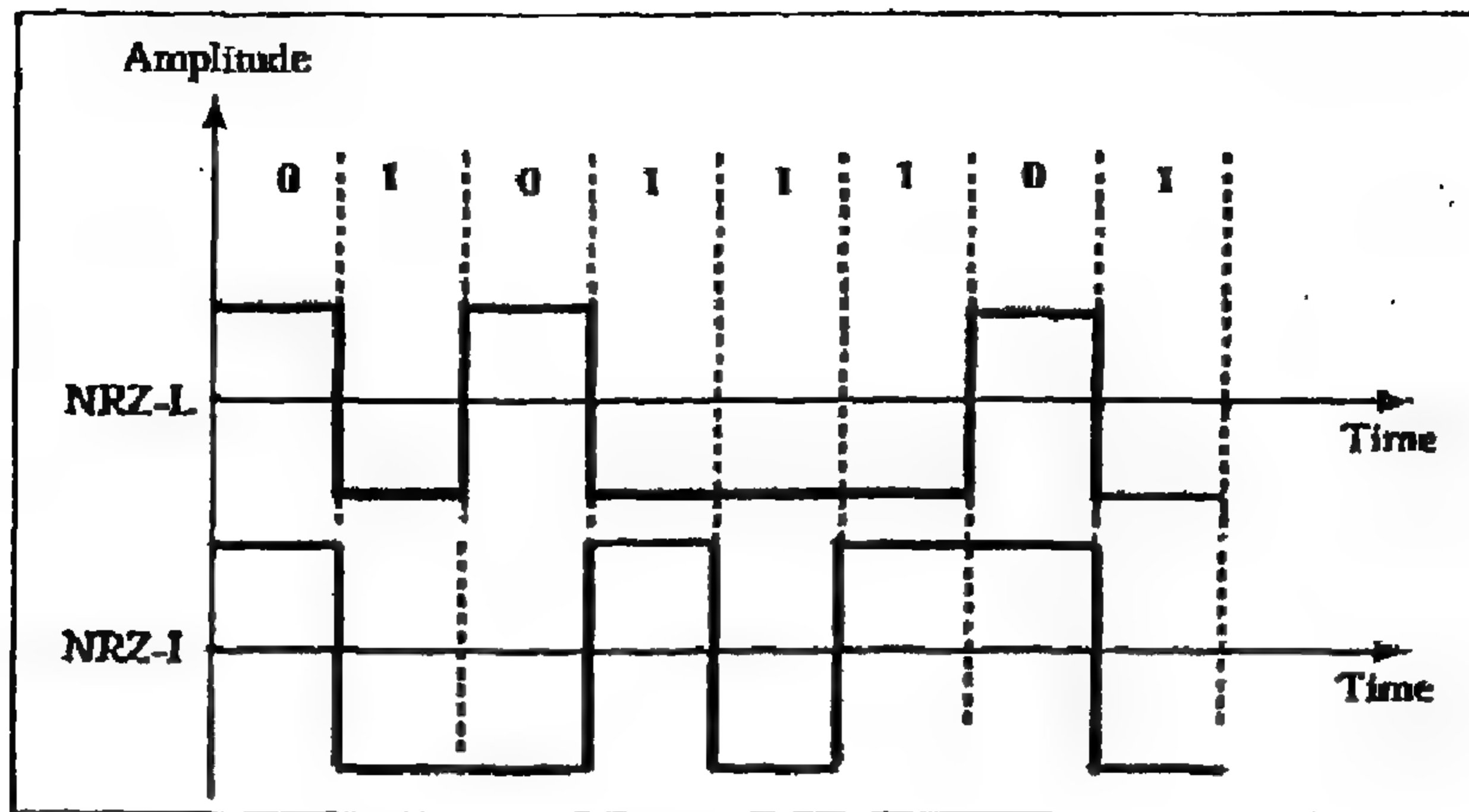
في حالة استخدام تقنية التشفير (NRZ) لم يتم تركيب نبضات تشغيل المرسل على الإشارة المرسله وبالتالي يجب أن يتم استخدام الطريقة الأولى لتحقيق التزامن وذلك من خلال استخدام كابلان أحدهما للترامن والآخر للإشارة المرسله

مثال 3:

ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (01011101) باستخدام تقنيات التشفير NRZ

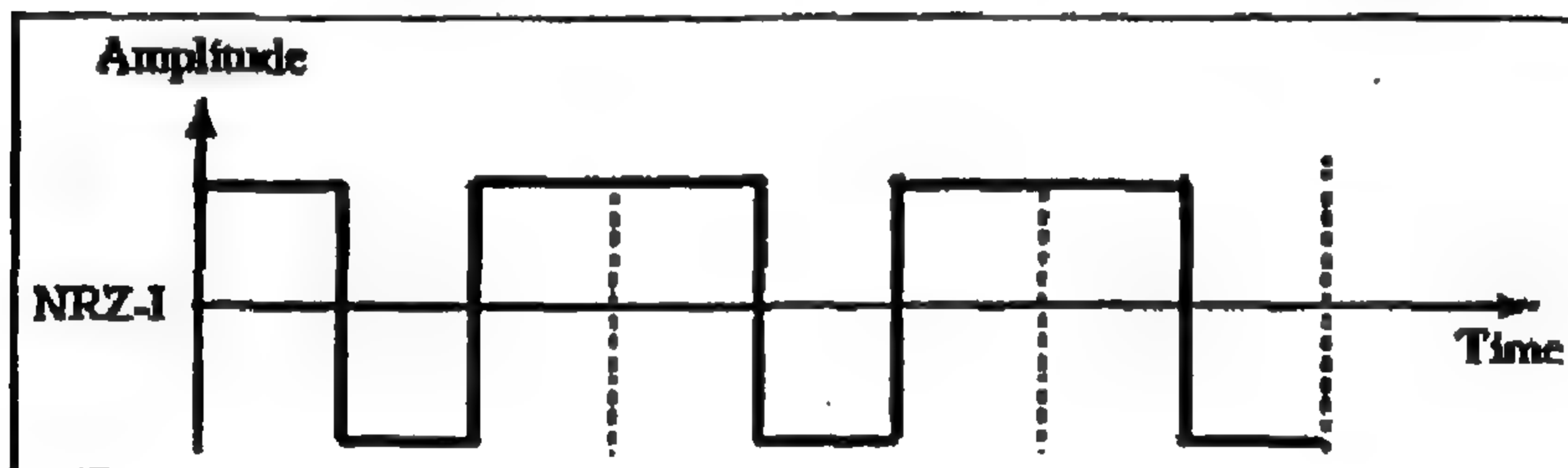
(NRZ-L and NRZ-I)

الحل:

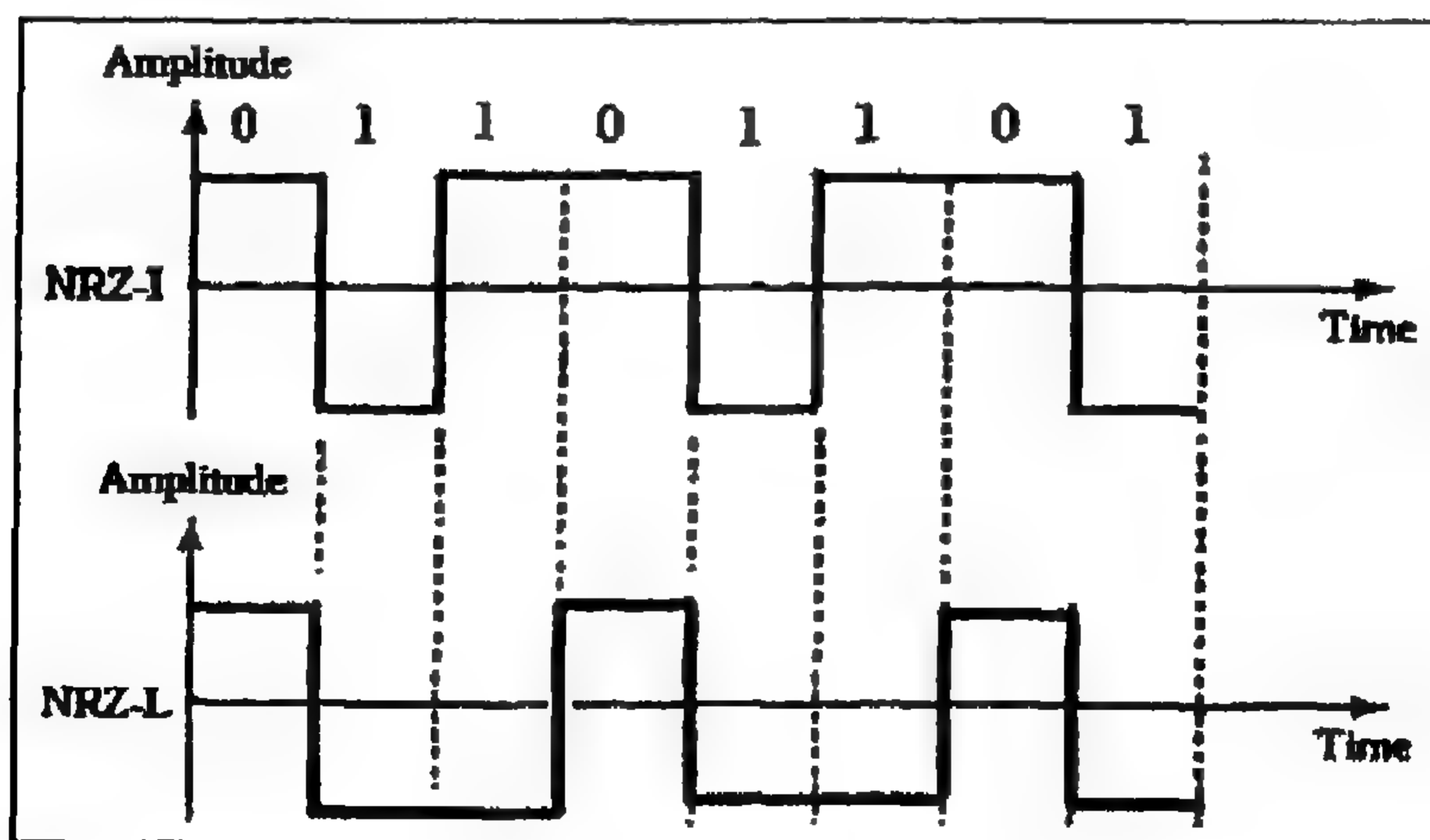


مثال 4 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية (NRZ-I). أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية. أوجد شكل الإشارة في حالة استخدام تقنية NRZ-L



الحل :



البيانات الرقمية الأصلية هي : 01101101

2) Return to Zero (RZ)

التشفير الجيد للإشارة الرقمية يجب أن يحتوي على إمداد للتزامن. في حالة استخدام تقنية التشفير RZ encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من جهد موجب إلى صفر أو من جهد سالب إلى صفر (في منتصف فترة كل bit) لتحقيق التزامن بين الإرسال والاستقبال

في حالة استخدام تقنية التشفير RZ يستخدم مستوى الإشارة الموجب (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1) ويستخدم المستوى السالب (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) وذلك بالإضافة إلى تغير مستوى الإشارة (في منتصف فترة كل bit) من المستوى السالب إلى الصفر أو من المستوى الموجب إلى الصفر لتحقيق التزامن بين المرسل والمستقبل

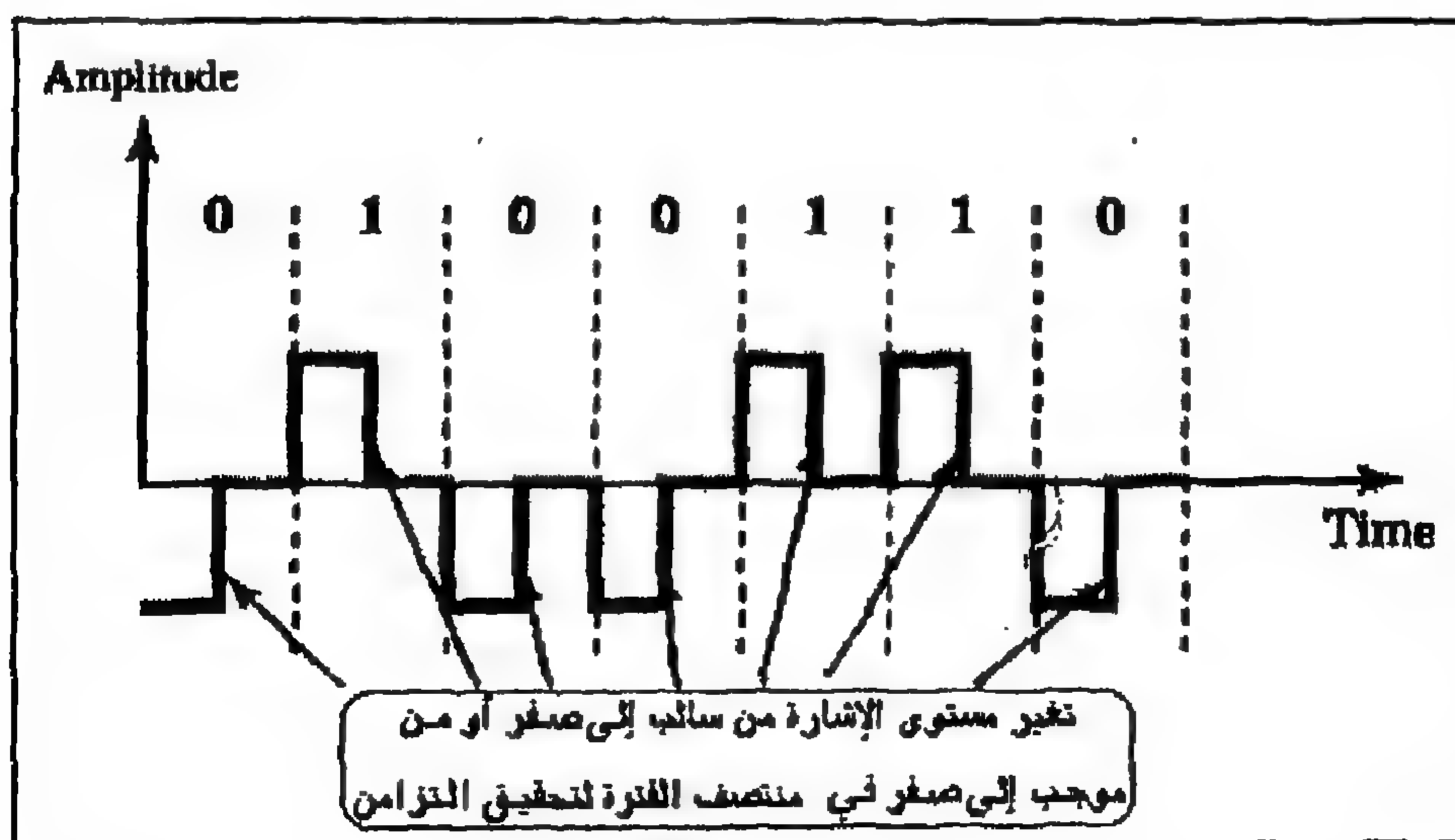
bit = 1 → level = positive voltage جهد موجب

bit = 0 → level = negative voltage جهد سالب

التزامن :

في منتصف فترة كل bit or مستوى موجب مستوى سالب

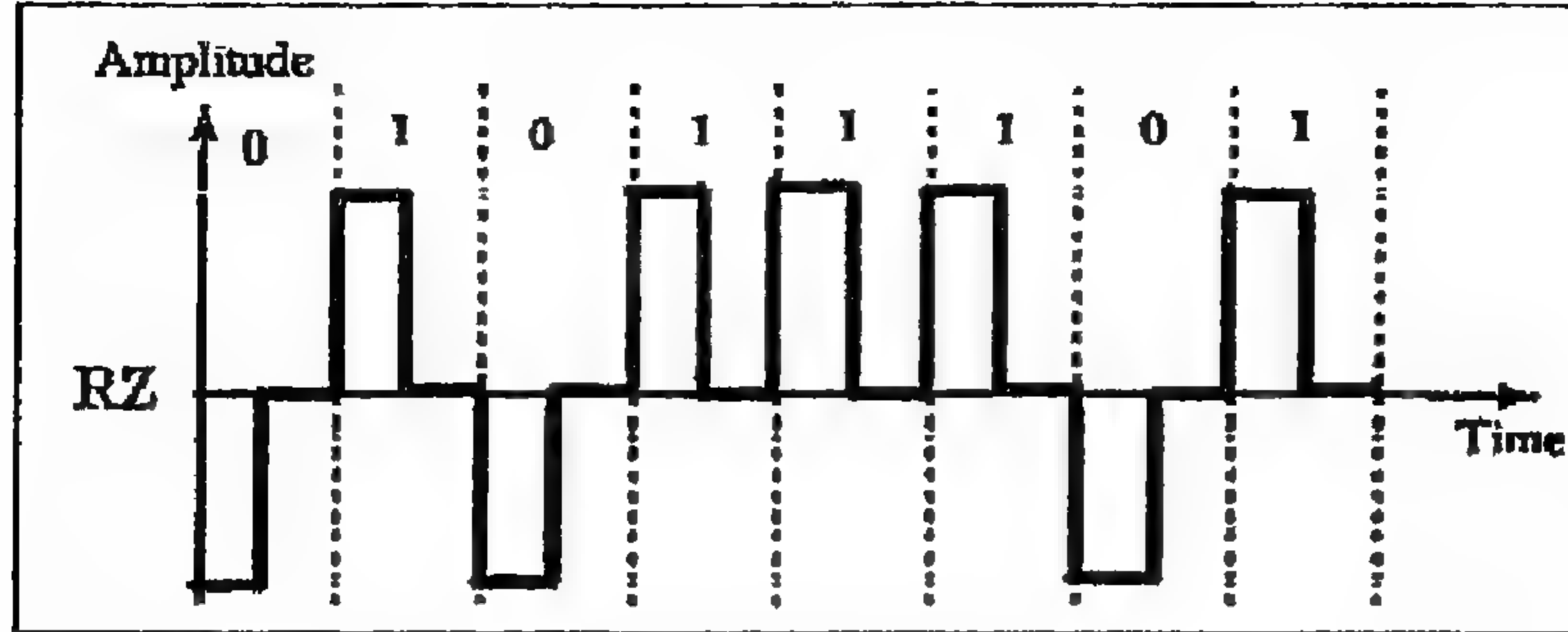
الشكل رقم 13 يوضح استخدام تقنية RZ في تشفير البيانات الرقمية (0100110)



شكل 13 : استخدام تقنية RZ في تشفير البيانات الرقمية (0100110)

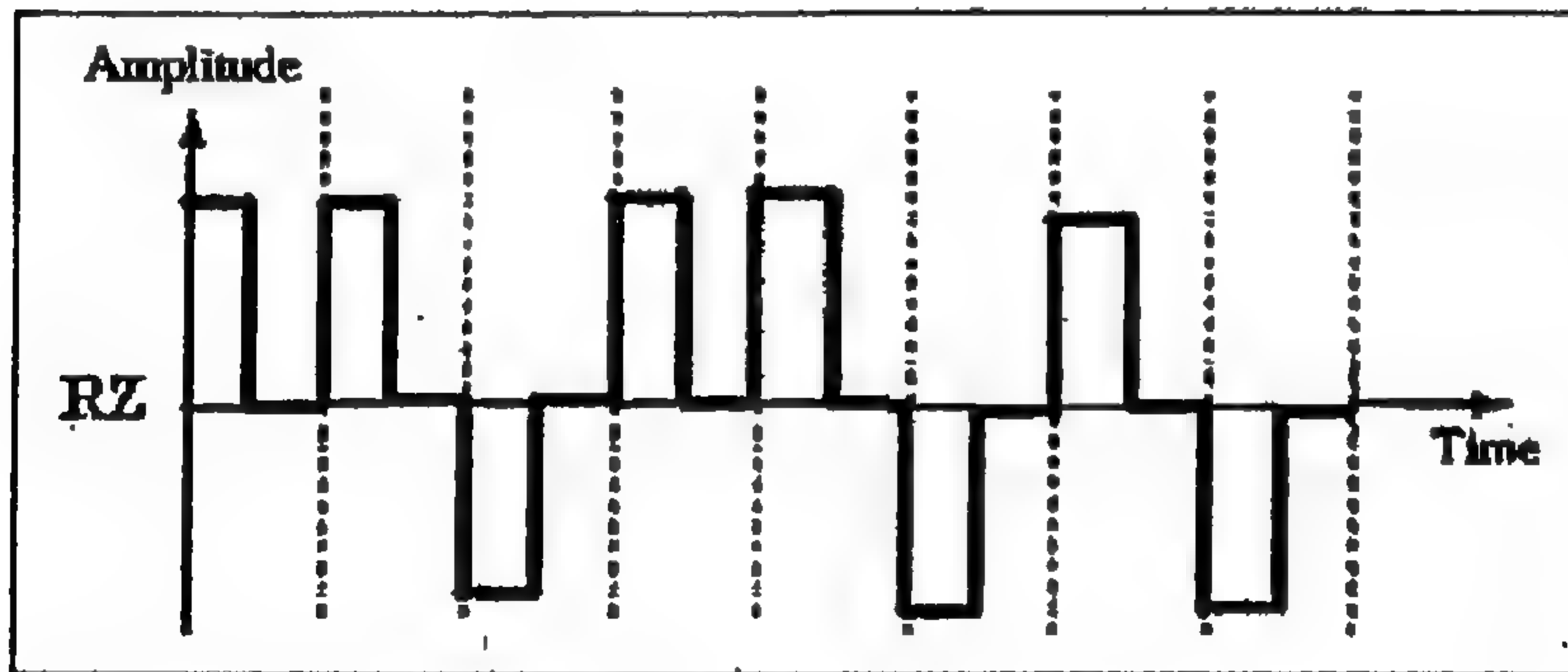
مثال 5 :

ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (01011101) باستخدام تقنيات التشفير RZ
الحل:

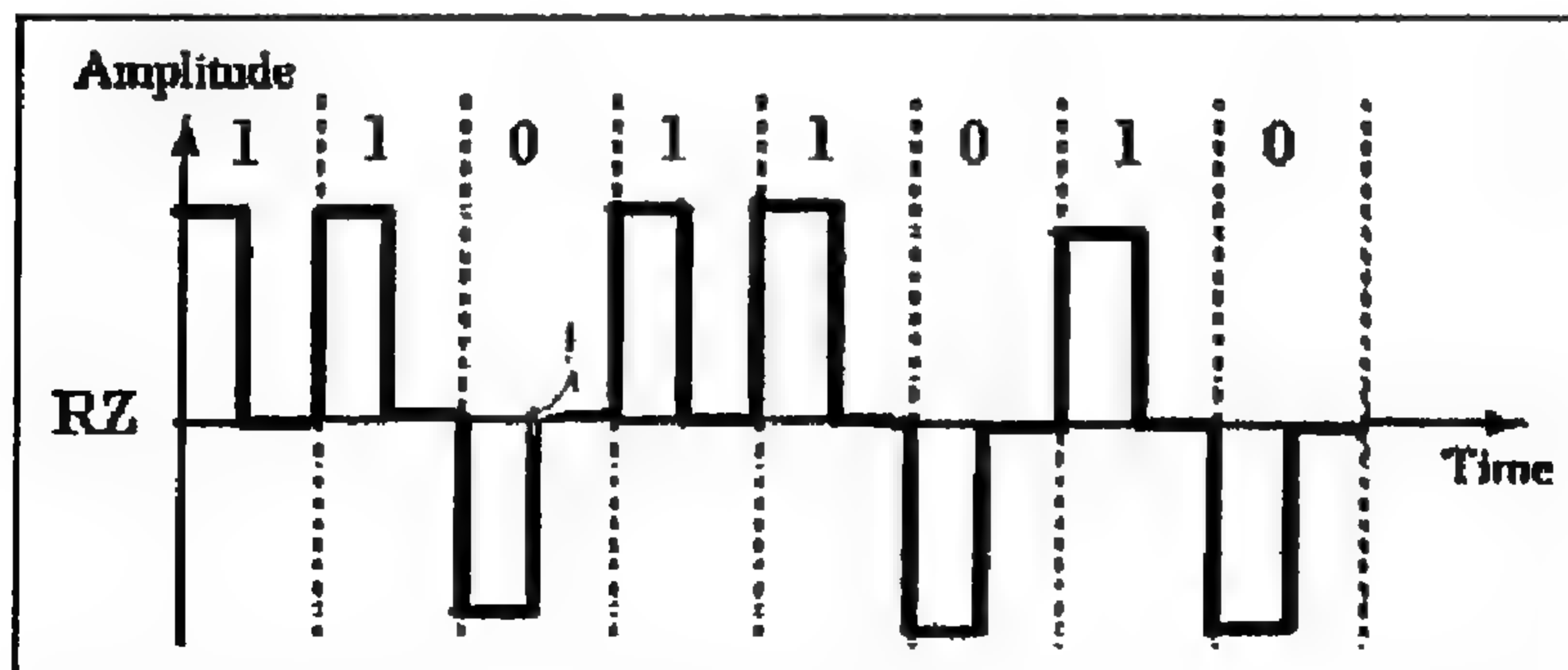


مثال 6 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية RZ . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية .



الحل:



البيانات الرقمية الأصلية هي : 11011010

3) Biphase encoding

تعتبر تقنية التشفير Biphase من التقنيات الشائعة الاستخدام في تشفير البيانات الرقمية وذلك بسبب تركيب نبضات التزامن على الإشارة المرسله وإرسالها على رابط واحد. تنقسم تقنية التشفير Biphase encoding إلى :

- a) Manchester encoding
- b) Differential Manchester

a) Manchester Encoding

في حالة استخدام تقنية التشفير Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من جهد موجب إلى جهد سالب أو من جهد سالب إلى جهد موجب (في منتصف فترة كل bit) لتحقيق التزامن بين الإرسال والاستقبال

في حالة استخدام تقنية التشفير Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من مستوى موجب إلى مستوى سالب (في منتصف فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) و يستخدم تغير مستوى الإشارة من مستوى سالب إلى مستوى موجب (في منتصف فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1)

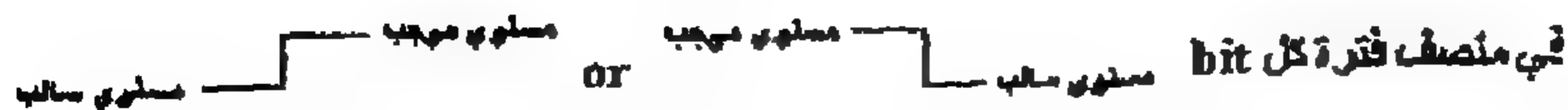
bit = 1 \rightarrow positive transition

تغير مستوى الإشارة من مستوى سالب إلى مستوى موجب

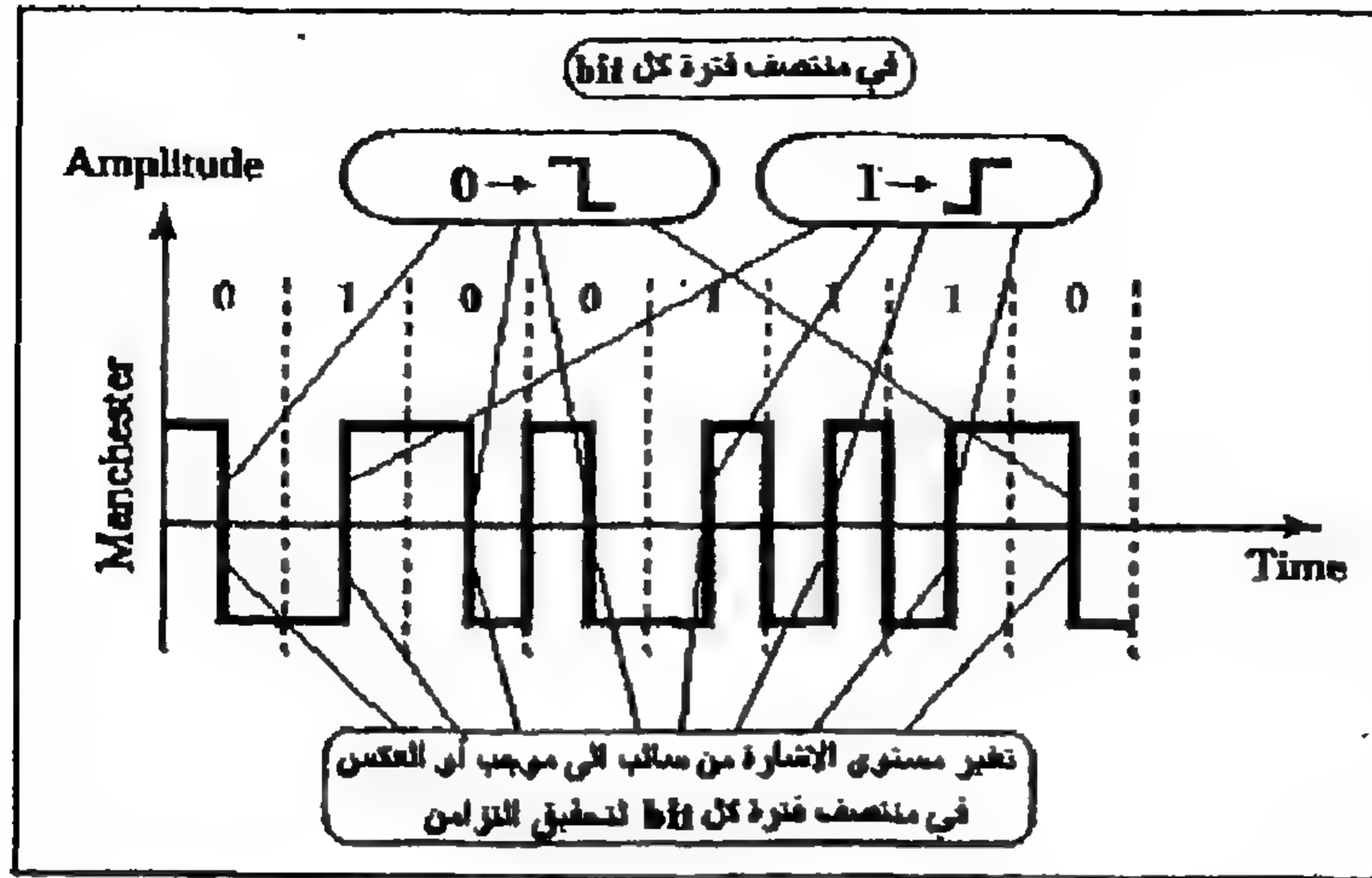
bit = 0 \rightarrow negative transition

تغير مستوى الإشارة من مستوى موجب إلى مستوى سالب

الترامن :



الشكل رقم 14 يوضح استخدام تقنية Manchester encoding في تشفير البيانات الرقمية (01001110)



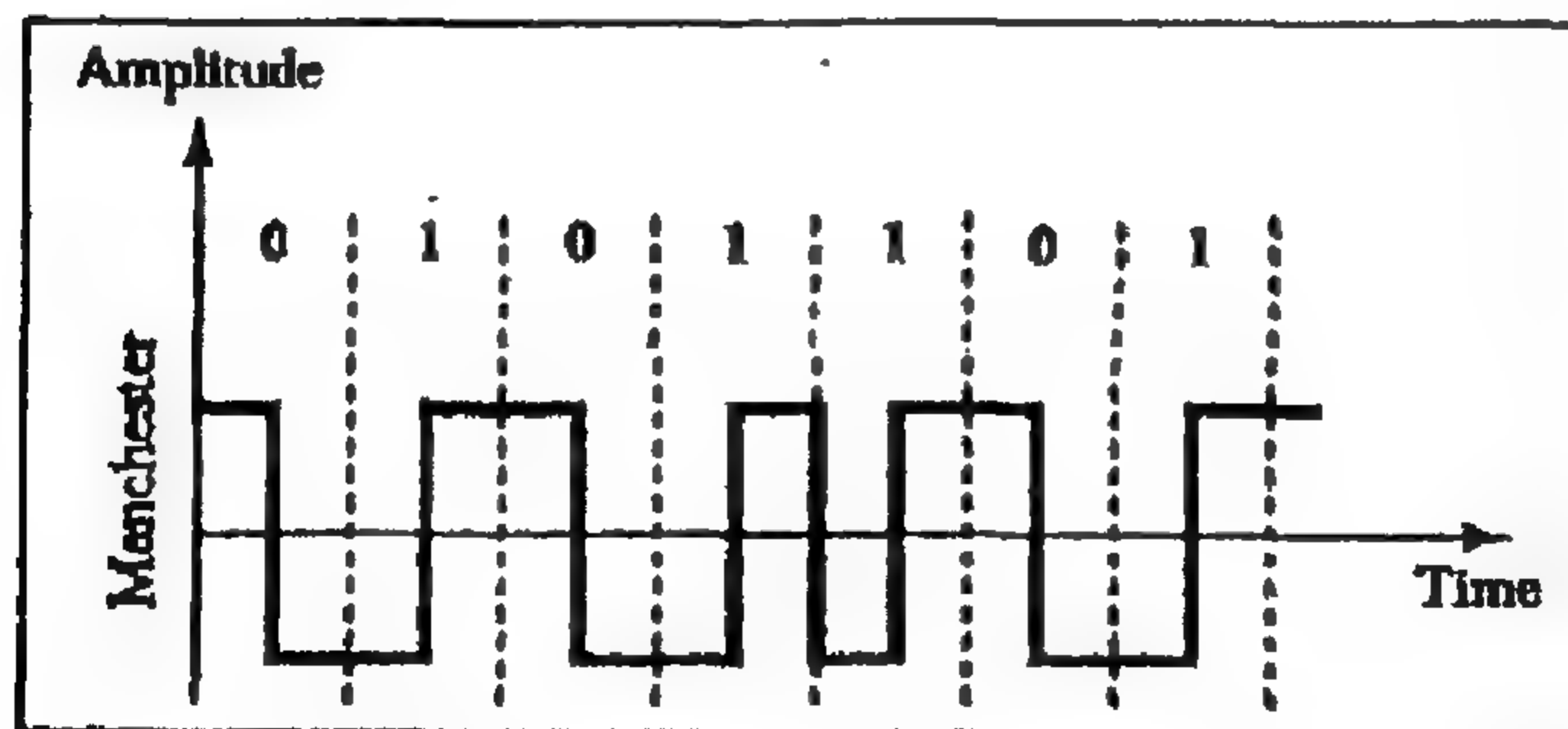
شكل 14 : استخدام تقنية Manchester encoding في تشفير البيانات الرقمية (01001110)

مثال 7 :

ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (0101101) باستخدام تقنيات التشفير

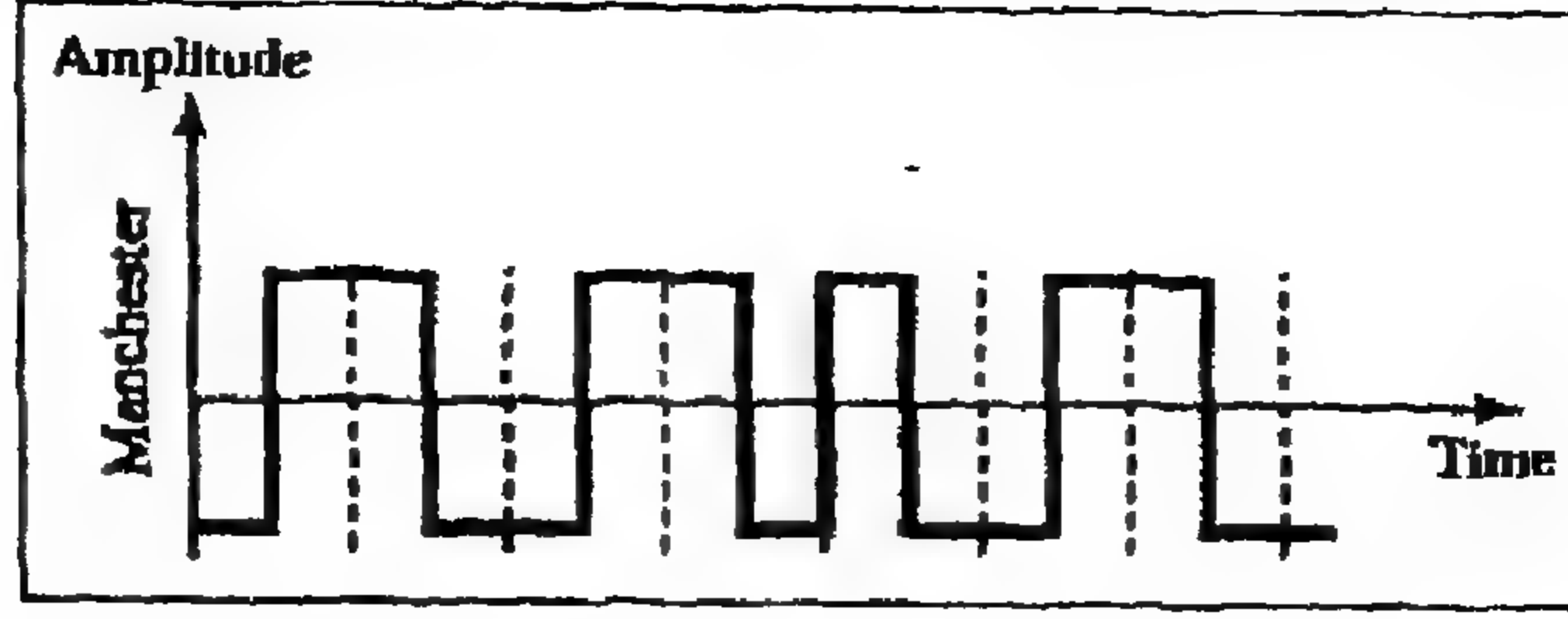
Manchester encoding

الحل:

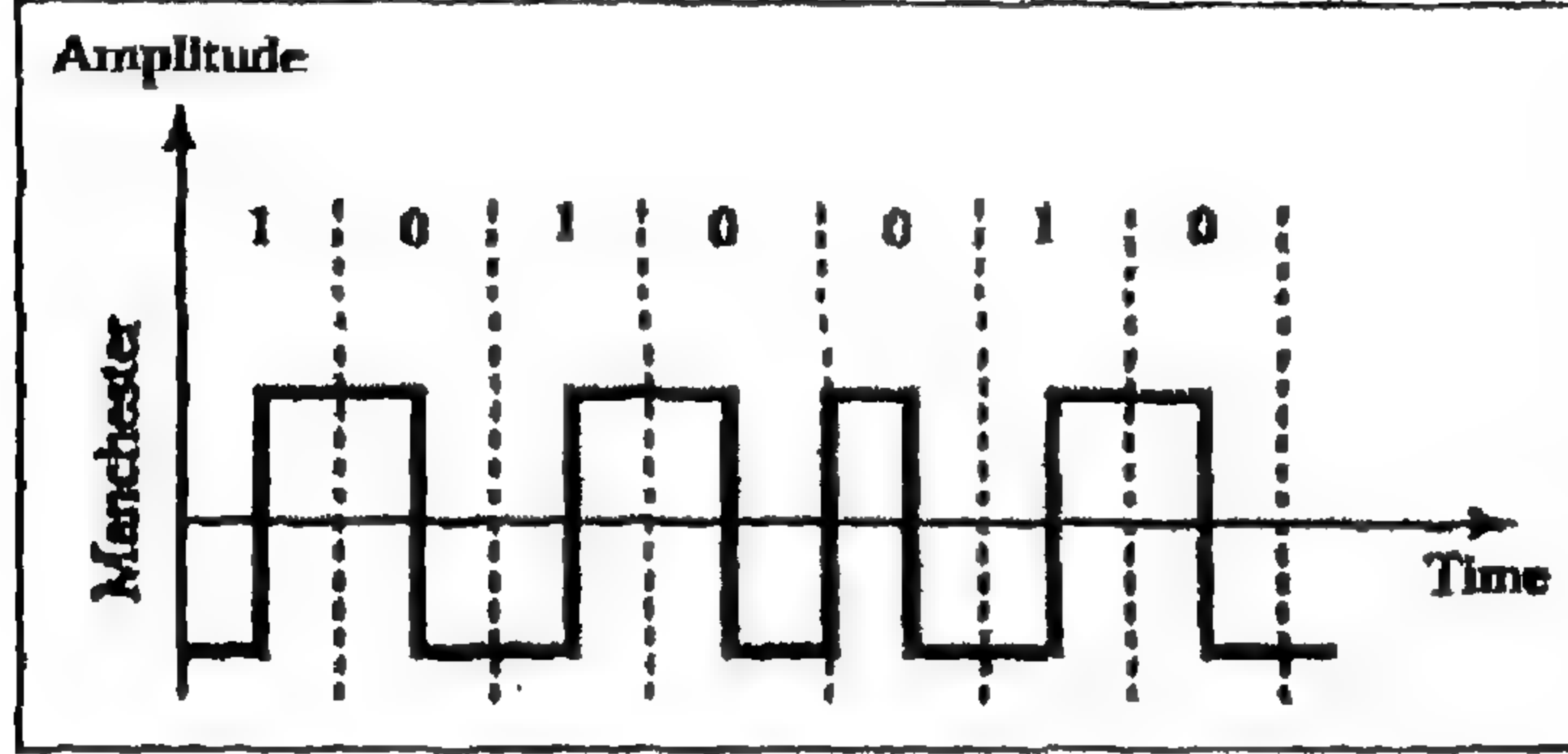


مثال 8 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية Manchester encoding . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية .



الحل:



البيانات الرقمية الأصلية هي: 1 0 1 0 0 1 0

b) Differential Manchester encoding

في حالة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من جهد موجب إلى جهد سالب أو من جهد سالب إلى جهد موجب (في منتصف فترة كل bit) لتحقيق التزامن بين الإرسال والاستقبال

في حالة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester encoding يستخدم تغير مستوى الإشارة من مستوى موجب إلى مستوى سالب أو العكس (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (0) و يستخدم ثبات مستوى الإشارة (في أول فترة كل bit) في تشفير قيمة البيانات الرقمية (1)

bit = 0 → positive or negative transition

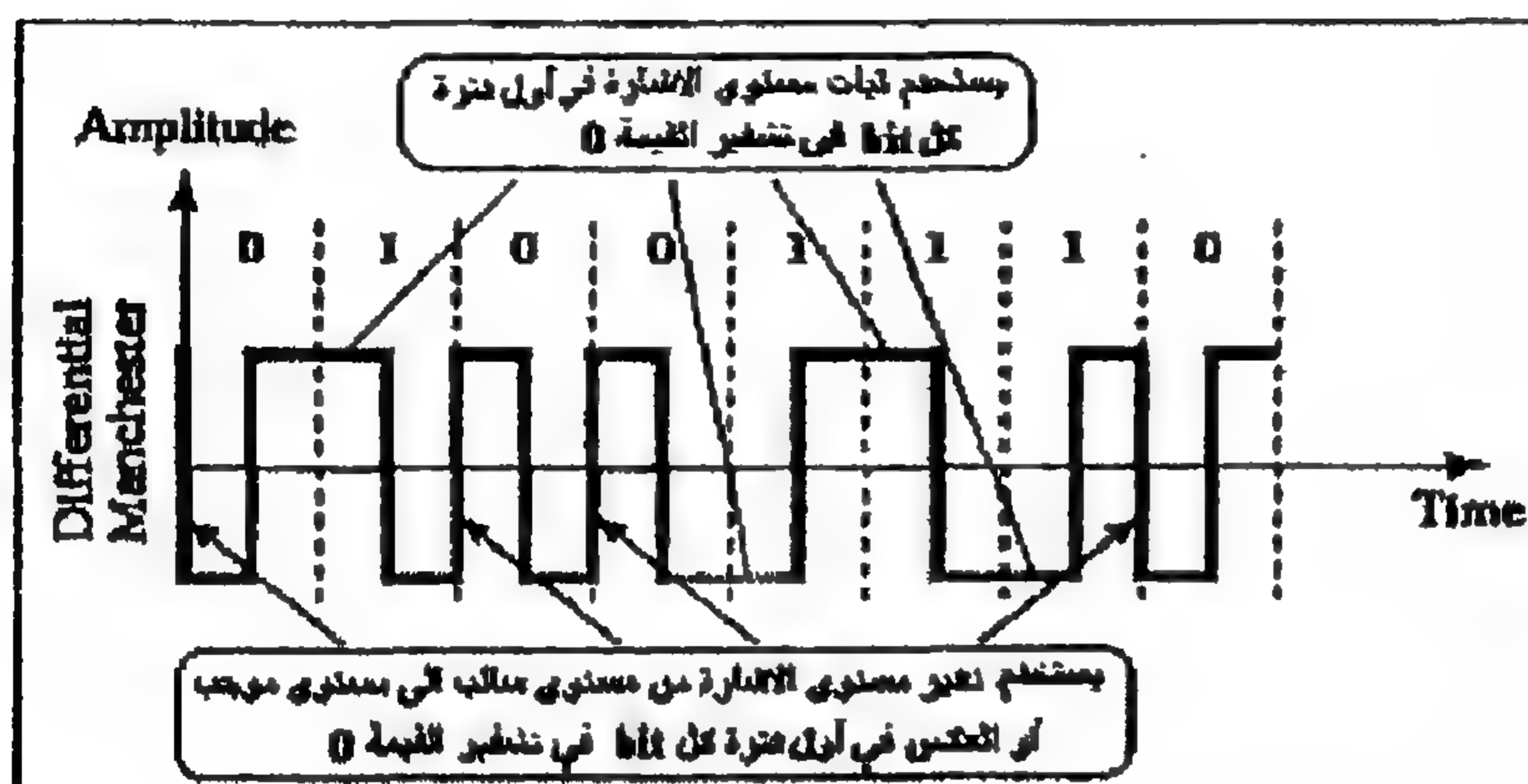
تغير مستوى الإشارة من مستوى سالب إلى مستوى موجب أو العكس

bit = 1 → no transition ثبات مستوى الإشارة

التزامن :

في منتصف فترة كل bit مستوى موجب or مستوى سالب

الشكل رقم 15 يوضح استخدام تقنية Manchester encoding في تشفير البيانات الرقمية (01001110)



شكل 15: استخدام تقنية Manchester encoding

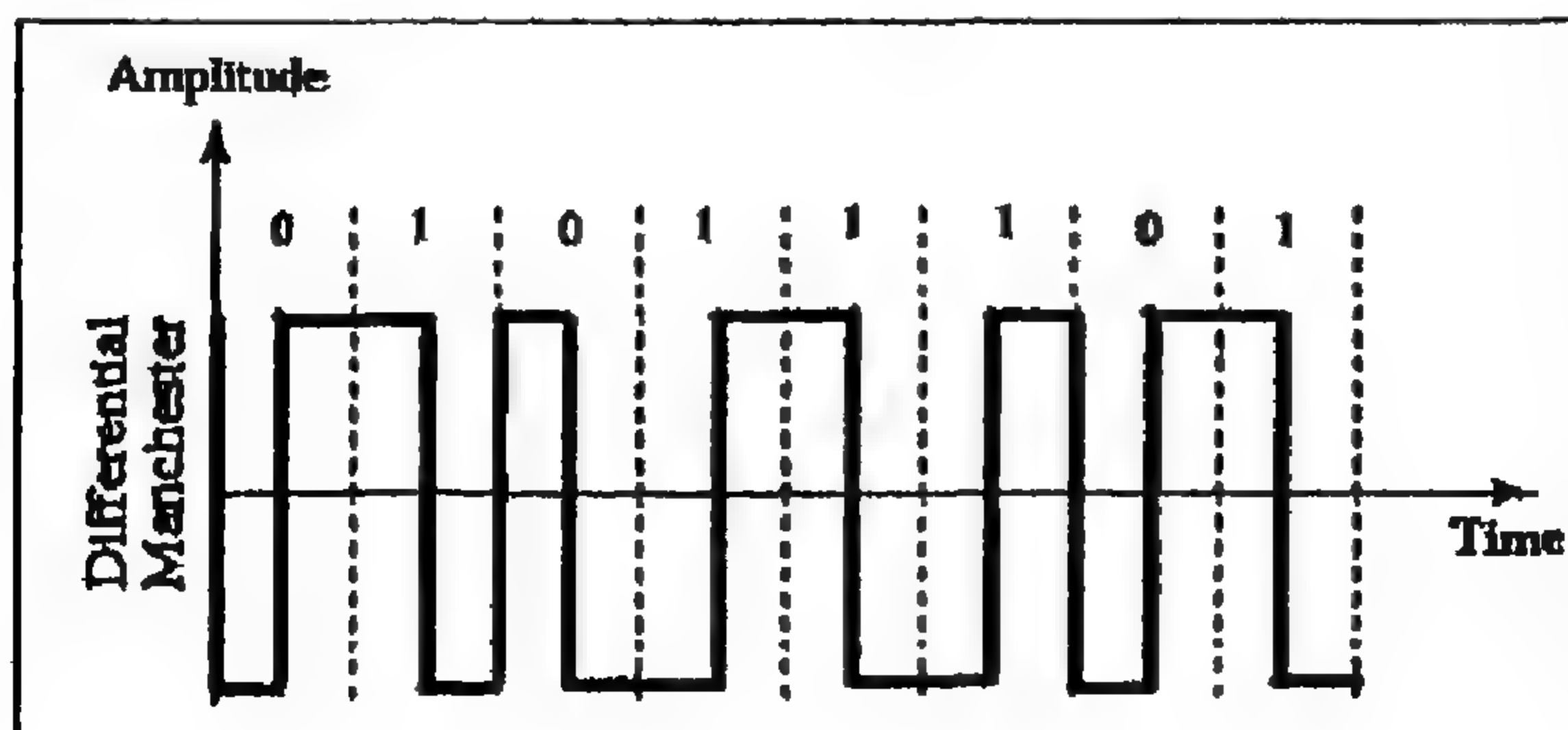
في تشفير البيانات الرقمية (01001110)

مثال 9 :

ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (01011101) باستخدام تقنيات التشفير

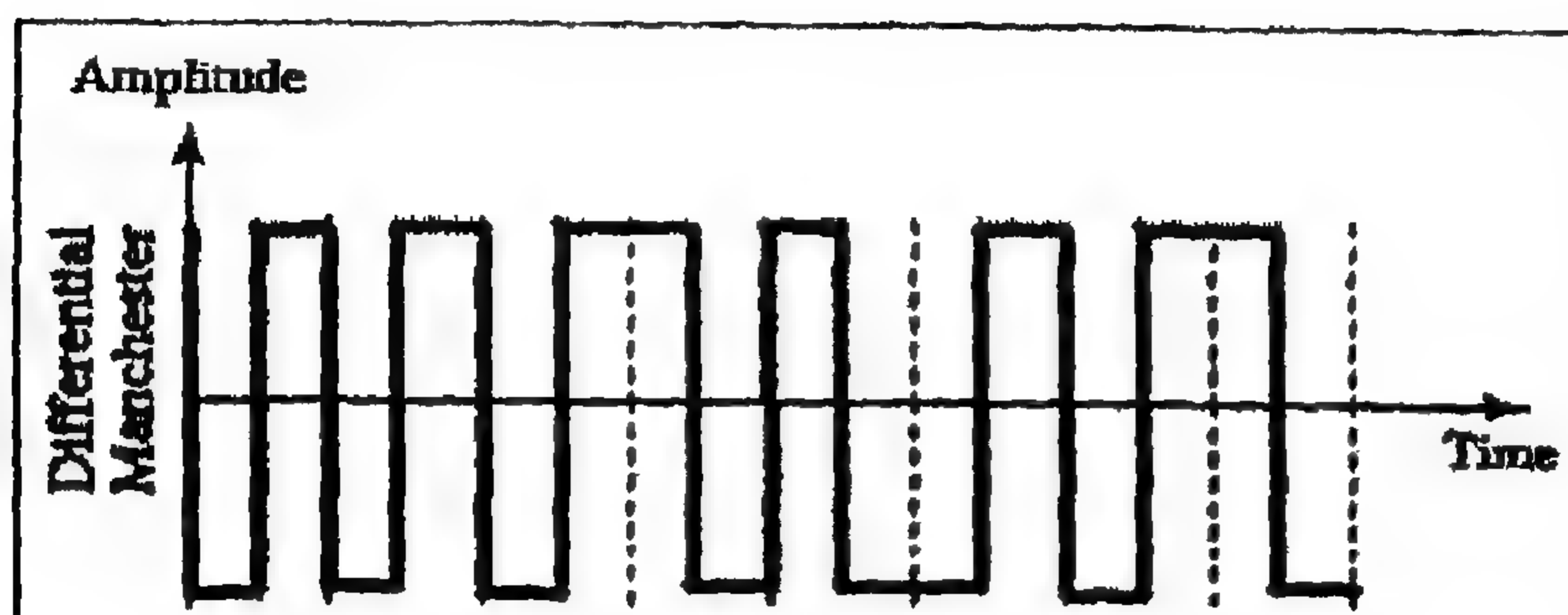
Differential Manchester encoding

الحل:

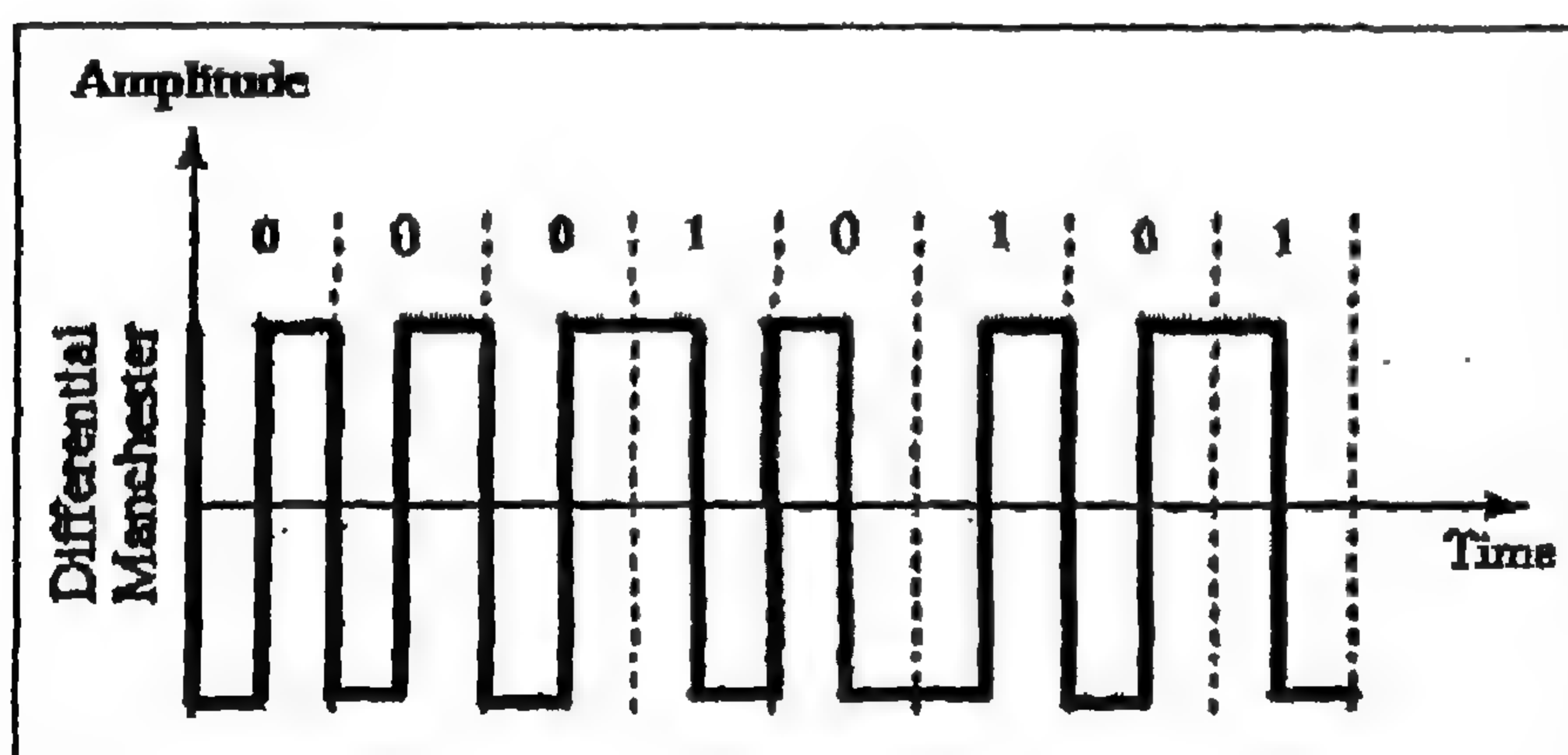


مثال 10 :

تم تشفير البيانات باستخدام تقنية Differential Manchester encoding . أوجد قيمة البيانات الأصلية في حالة استقبال الإشارة التالية .



الحل:



البيانات الرقمية الأصلية هي: 0 0 0 1 0 1 0 1

الجدول رقم 1 يعقد مقارنة بين أنواع التشفير المترامن RZ, Manchester and differential Manchester encoding من حيث وضع وكيفية تشفير البيانات وكذلك وضع وكيفية تحقيق التزامن

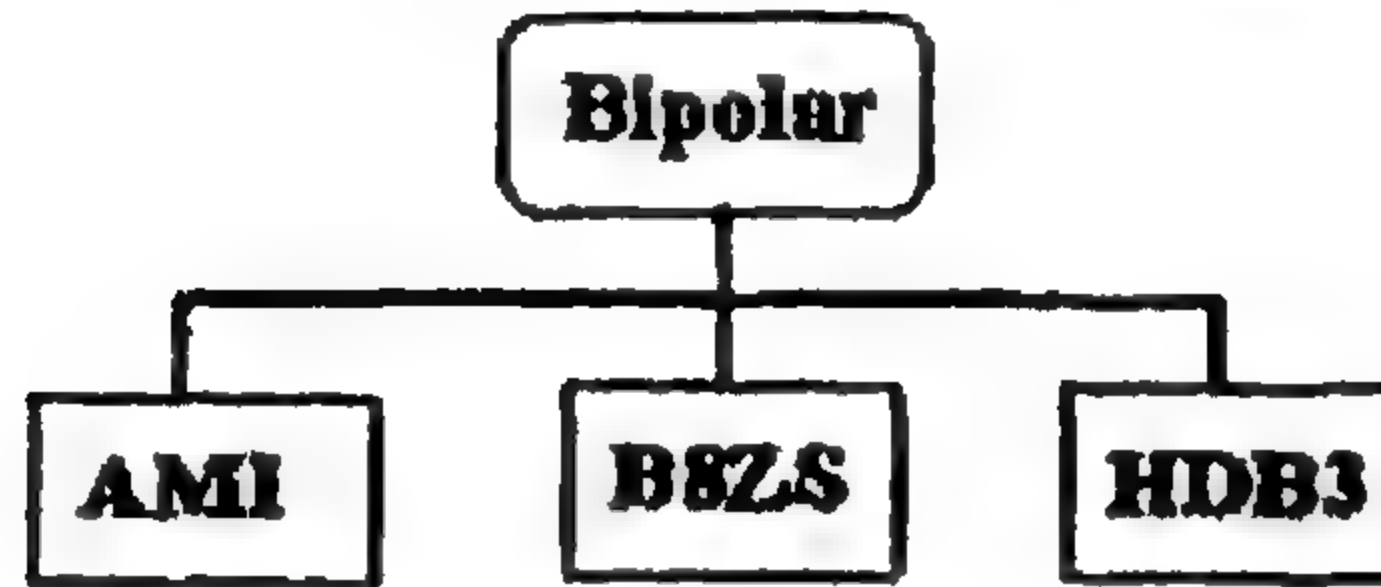
جدول 1: مقارنة بين أنواع التشفير المترامن

RZ, Manchester and differential Manchester encoding

نوع التقنية	وضع وكيفية تشفير البيانات			وضع وكيفية تحقيق التزامن	
	وضع تشفير البيانات	0	1	وضع التزامن	كيفية تحقيق التزامن
RZ	في أول فترة كل bit	مستوى سالب للإشارة	مستوى موجب للإشارة	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى صفر أو من موجب إلى صفر
Manchester	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من موجب إلى سالب	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو العكس
Differential Manchester	في أول فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو العكس	ثبات مستوى الإشارة	في منتصف فترة كل bit	تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو العكس

2.3.3 التشفير ثنائي القطب Bipolar line encoding

في التشفير الثنائي القطب (bipolar encoding) نستخدم ثلاثة مستويات للإشارة: المستوى الموجب ومستوى الصفر والمستوى السالب. بخلاف تشفير RZ فإن تشفير bipolar encoding يستخدم المستوى الصفر لتشفير قيمة البيانات الرقمية 0. تنقسم تقنية التشفير Bipolar encoding إلى:

**1** Bipolar Alternative Mark Inversion (AMI)

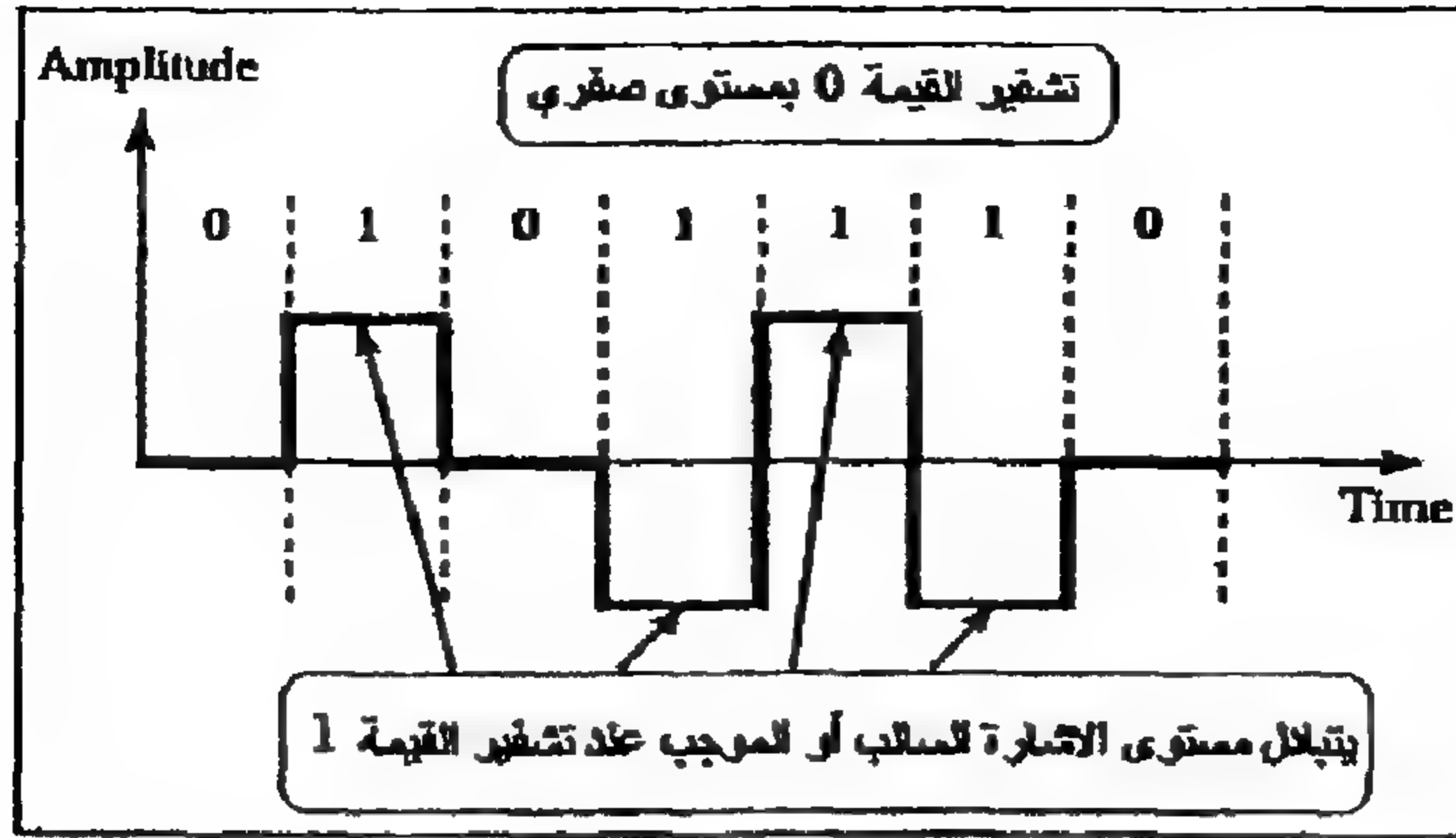
يعتبر AMI encoding أبسط أنواع التشفير Bipolar encoding. في هذا النوع يستخدم المستوى الصفر للإشارة في تشفير القيمة 0 وتغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو من موجب إلى سالب في تشفير القيمة 1 بشرط أن يكون مستوى الإشارة للموجب أو السالب للقيمة 1 عكس مستوى الإشارة لتشفير القيمة 1 السابق له مباشرة. يستخدم تغير مستوى الإشارة من سالب إلى موجب أو من موجب إلى سالب في تشفير القيمة 1

bit = 1 \longrightarrow level changes from negative to positive or vice versa

bit = 0 \longrightarrow level = 0

يستخدم مستوى صفر في تشفير القيمة 0

الشكل رقم 16 يوضح استخدام تقنية AMI encoding في تشفير البيانات الرقمية (0101110)



شكل 16: استخدام تقنية AMI encoding في تشفير البيانات الرقمية (0101110)

بواسطة تغير المستوى عند تشفير القيمة 1 فإن AMI encoding يحقق التالي:

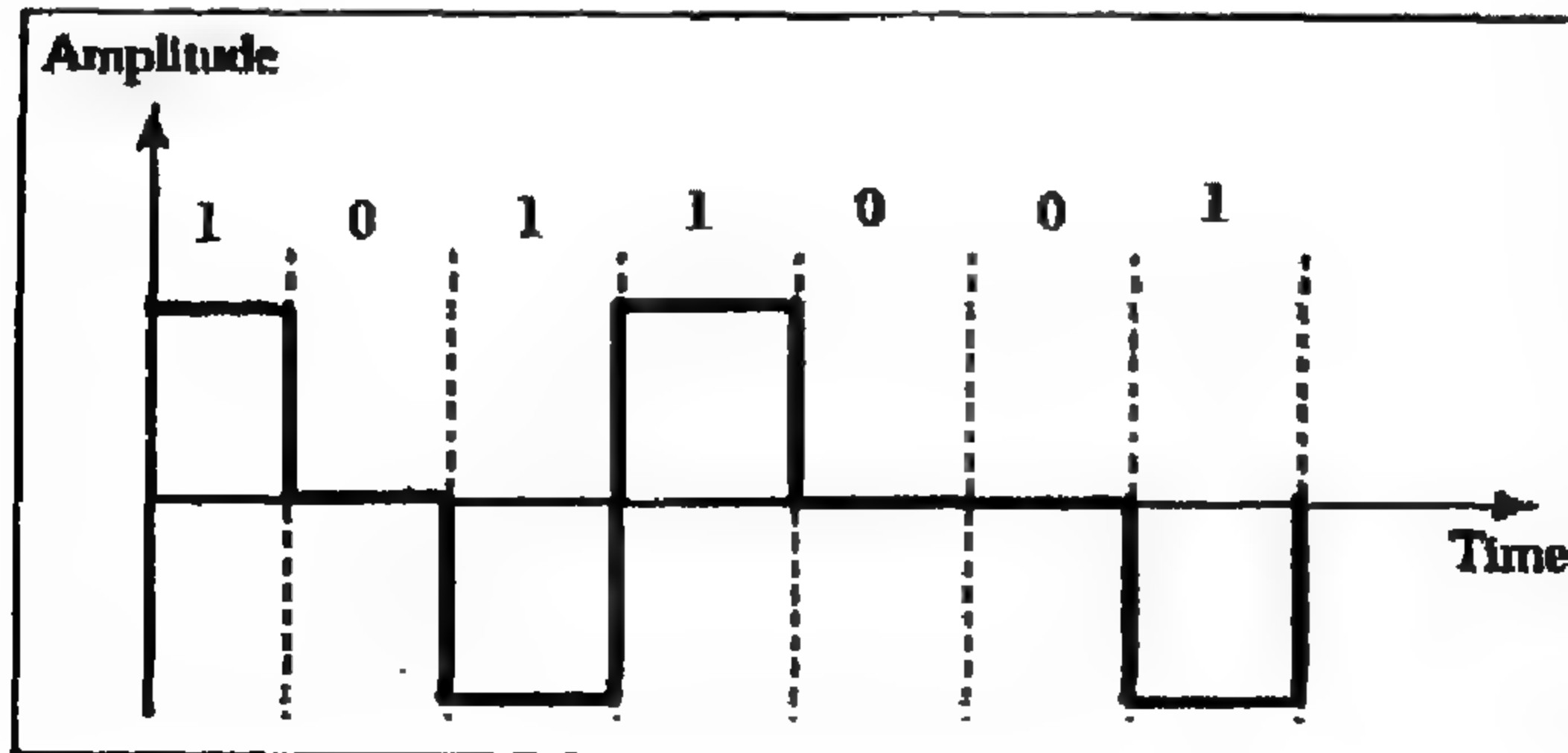
(1) المركبة المستمرة للإشارة (DC component) تساوي صفر لتساوي عدد مستويات الإشارة للسالبة والموجبة

(2) تحقيق التزامن عند إرسال القيمة 1 فقط وذلك من خلال تغير مستوى الإشارة في حالة تشفير القيمة 1

أحد عيوب AMI encoding أنه لا يوجد آلية لتحقيق التزامن عند وجود عدد كبير من 0's المتعاقبة ولذلك يتم استخدام تقنيتي B8ZS و HDB3 لتحقيق التزامن في هذه الحالة

مثال 11:

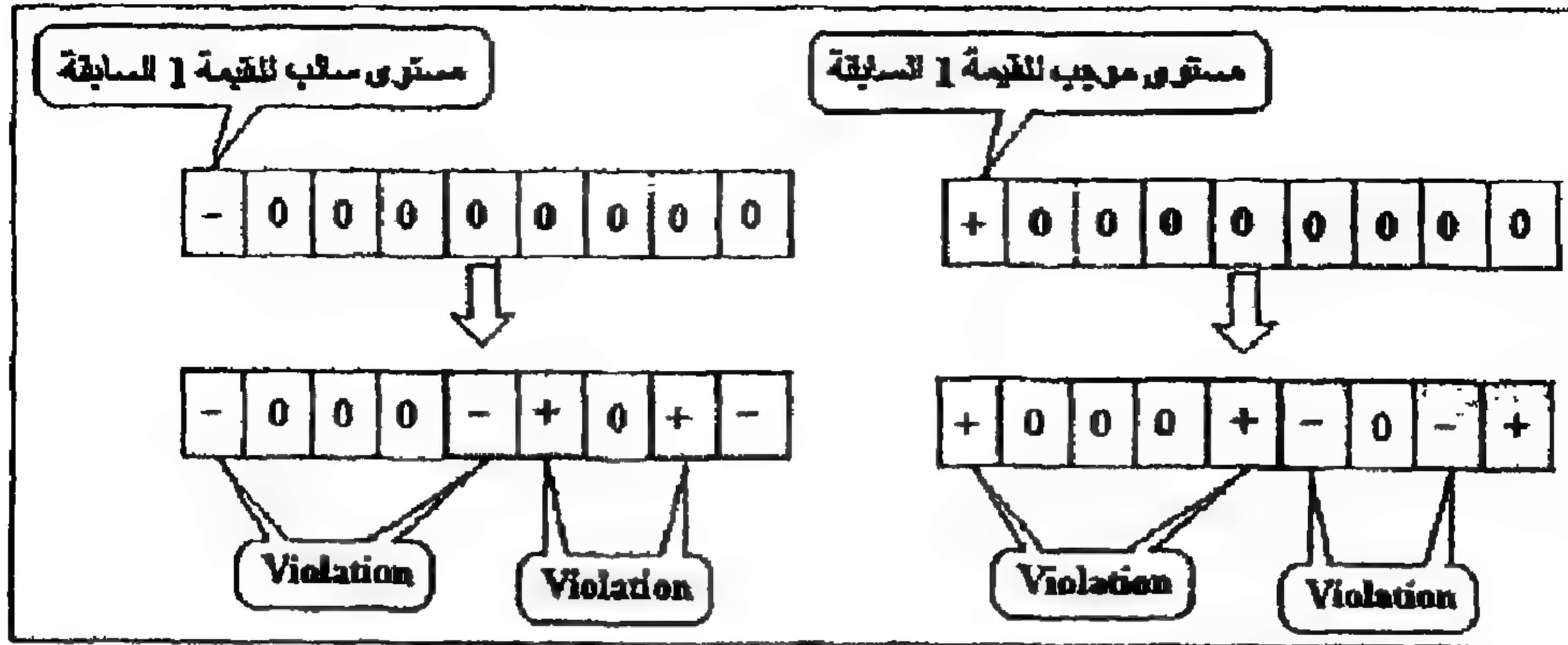
ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (1011001) باستخدام تقنيات التشفير AMI encoding



Bipolar 8-Zero Substitution (B8ZS) (2)

تستخدم هذه الطريقة لتحقيق التزامن عند حدوث 0's بصورة متعاقبة. في حالة تشفير القيمة 1 تكون B8ZS مشابهة لتقنية AMI حيث يتم تغير مستوى الإشارة من صفر إلى موجب أو من سالب إلى صفر مع العلم أن هذا التغير يستخدم لتحقيق التزامن عند تشفير القيمة 1. لتحقيق التزامن عند حدوث ثمانية 0's أو أكثر بصورة متعاقبة فإن تقنية B8ZS تفرض ميكانيزم اصطناعي لمستوى الإشارة يسمى (violation) على النحو التالي

- عندما يظهر ثمانية 0's متتالية فإن B8ZS تقوم بتغيير هيكل/ نمط (pattern) الإشارة بناء على مستوى الإشارة الموجب أو السالب للقيمة 1 التي تسبق هذه 0's
- إذا كان مستوى الإشارة موجب للقيمة 1 السابقة للثمانية 0's فإن الثمانية 0's يتم تشفيرهم على النحو التالي: (مستوى صفري - مستوى صفري - مستوى صفري - مستوى موجب - مستوى سالب - مستوى صفري - مستوى سالب - مستوى موجب)
- إذا كان مستوى الإشارة سالب للقيمة 1 السابقة للثمانية 0's فإن الثمانية 0's يتم تشفيرهم على النحو التالي: (مستوى صفري - مستوى صفري - مستوى صفري - مستوى موجب - مستوى سالب - مستوى موجب - مستوى سالب - مستوى موجب)
- الشكل رقم 17 يوضح استخدام تقنية B8ZS في تشفير البيانات الرقمية (100000000)
- عندما يجد المستقبل مستويان موجبان متعاقبان محاطان بثلاثة 0's فإنه سيتم التعرف على الهيكل/ النمط (pattern) وينتظر (يتأني مليا) إلى زوج آخر من violation المتوقعة وعندما يجدهم فإنه سيترجم 8 bits على أنهم ثمانية 0's



شكل 17: استخدام تقنية B8ZS في تشفير البيانات الرقمية (100000000)

(3) High-Density Bipolar 3 (HDB3)

مشكلة التزامن في حالة وجود 0's المتعاقبة تم حلها في تقنية HDB3 بطريقة مختلفة عن B8ZS حيث أنه يتم تغيير الهيكل كلما ظهر أربعة 0's متتالية ولا يتم الانتظار لثمانية 0's كما هو الحال في B8ZS. مثلما حدث في B8ZS فإن نمط violation في حالة HDB3 يبنى على أساس مستوى الإشارة للقيمة 1 السابقة ولكن خلافاً لـ B8ZS فإن HDB3 ينظر إلى عدد 1's الموجودة في سبيل البيانات (stream of bits) منذ آخر تعويض (last substitution) على النحو التالي

- عندما يكون عدد 1's في آخر تعويض فردي فإن HDB3 تضع violation في مكان الصفر الرابع.

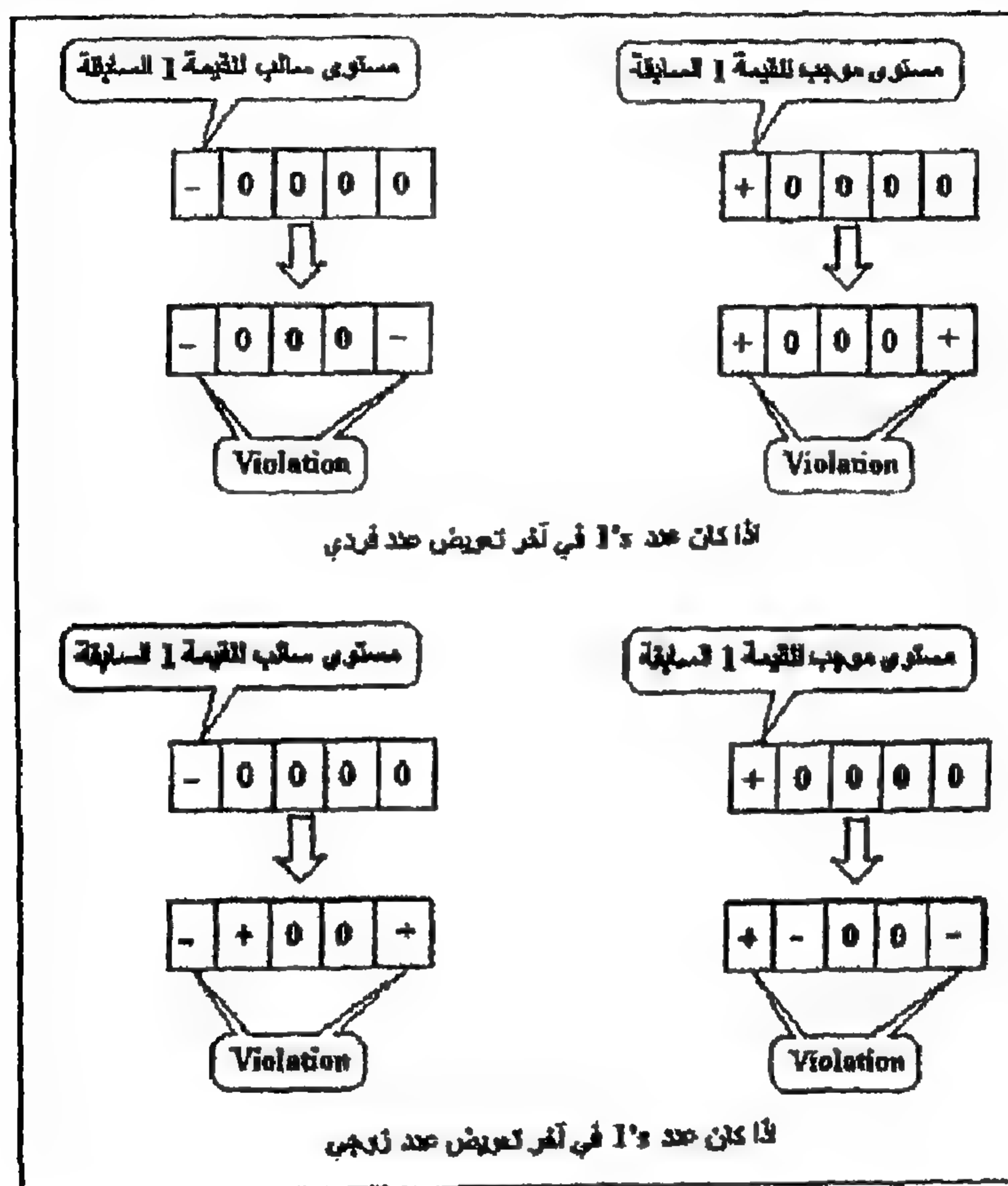
- فإذا كان مستوى الإشارة للقيمة موجبا للقيمة 1 السابقة فإن violation يكون موجبا

- وإذا كان مستوى الإشارة سالبا للقيمة 1 السابقة فإن violation يكون سالبا
- عندما يكون عدد 1's في آخر تعويض زوجي فإن HDB3 تضع violation في مكان الصفر الأول والصفر الرابع.

○ فإذا كان مستوى الإشارة للقيمة موجبا للقيمة 1 السابقة فان كلا violation يكون سالبا

○ وإذا كان مستوى الإشارة سالبا للقيمة 1 السابقة فان كلا violation يكون موجبا

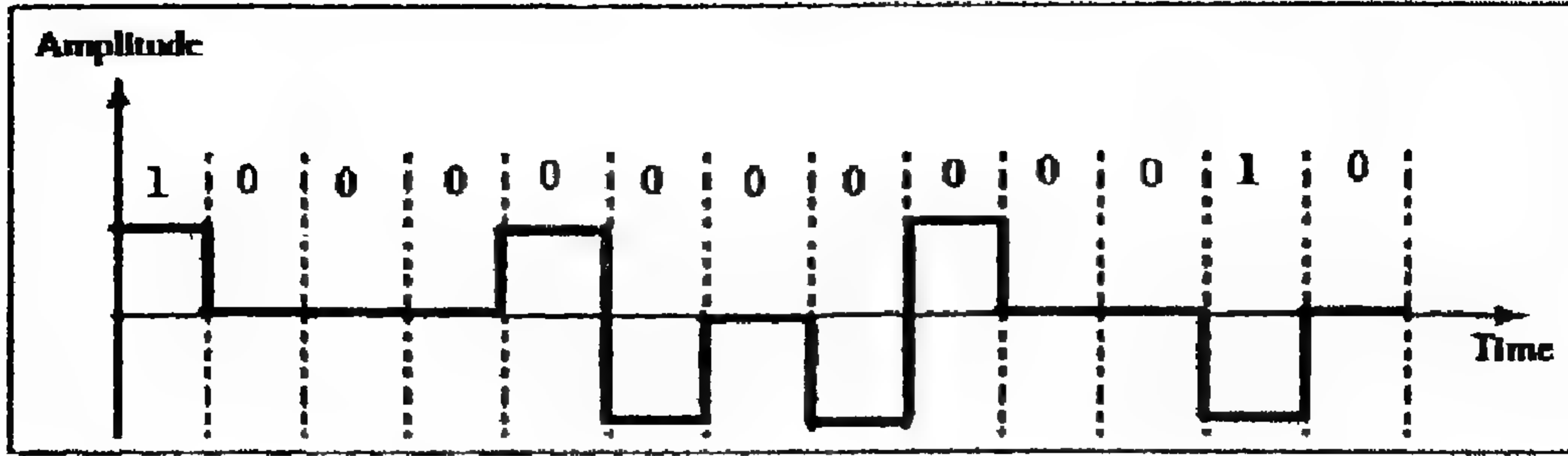
الشكل رقم 18 يوضح استخدام تقنية HDB3 في تشفير البيانات الرقمية (10000)



شكل 18: استخدام تقنية HDB3 في تشفير البيانات الرقمية (10000)

مثال 12:

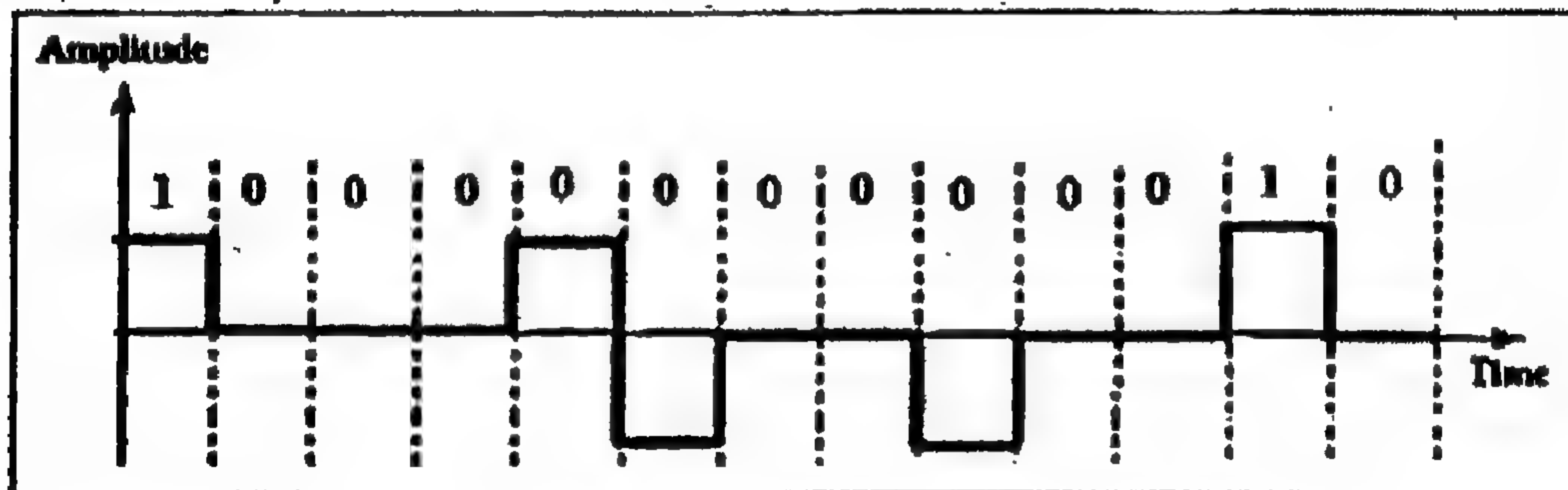
باستخدام تقنية B8ZS وبفرض مستوى الإشارة الموجب للقيمة 1 السابقة أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 1000000000010



مثال 13 :

باستخدام تقنية HDB3 وبفرض عدد 1's السابقة عدد فردي وأن مستوى الإشارة لأول 1 مستوى موجب أجري عملية التشفير لسيل للبيانات الرقمية

1000000000010



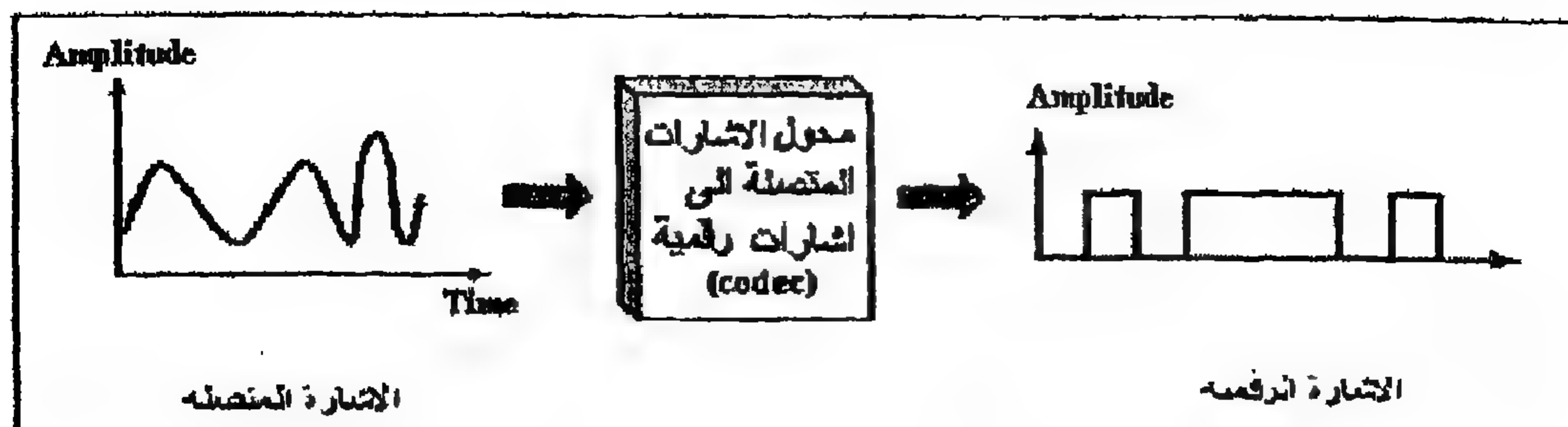
2.4 تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية

ANALOG-TO-DIGITAL CONVERSION

في بعض الأحيان نحتاج أن نحول الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية فعلى سبيل المثال لإرسال الصوت لمسافة بعيدة نحتاج لتحويله إلى إشارة رقمية لأن الإشارات الرقمية أقل تعرضاً للضوضاء.

الشكل رقم 19 يوضح عملية تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية

(analog-to-digital conversion) باستخدام codec

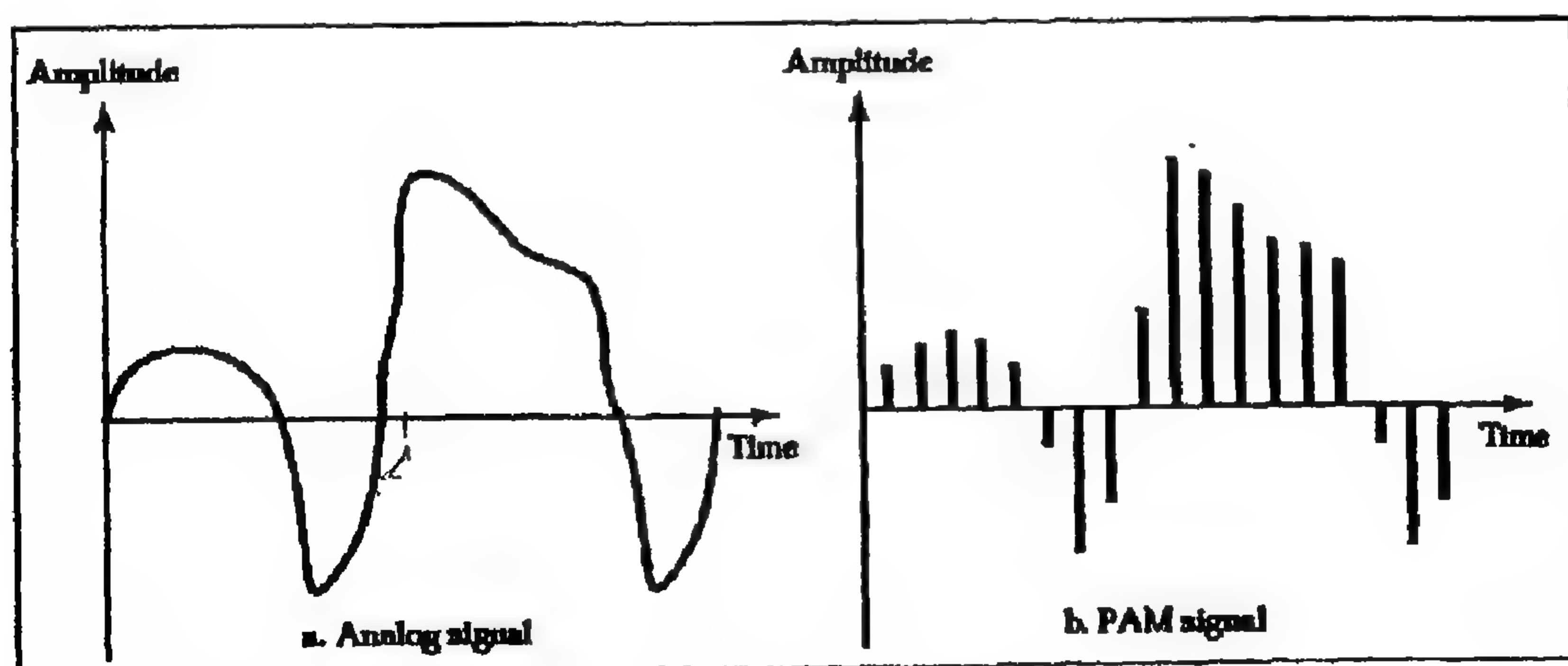


شكل 19 : عملية تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية

(analog-to-digital conversion) باستخدام codec

1) التشفير النبضي السعوي (Pulse Amplitude Modulation (PAM))

الخطوة الأولى في تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية تسمى التشفير النبضي السعوي (pulse amplitude modulation). هذه التقنية تأخذ الإشارة المتصلة وتقطعها بمعدل ثابت (sampling rate) لإنتاج سلسلة من الشرائح ذات السعات المختلفة. عملية Sampling يعني تقطيع الإشارة المتصلة عند فترات متساوية تسمى sampling period لإنتاج شرائح ذات سعات مختلفة مساوية لسعة الإشارة المتصلة الأصلية عند لحظة التقطيع. الشكل رقم 20 يوضح عملية PAM



شكل 20: عملية PAM

لا يتم إرسال الإشارة المكيفة تكيف نبضي سعوي عبر وسط الإرسال حيث أنها ما زالت غير ملائمة للإرسال .

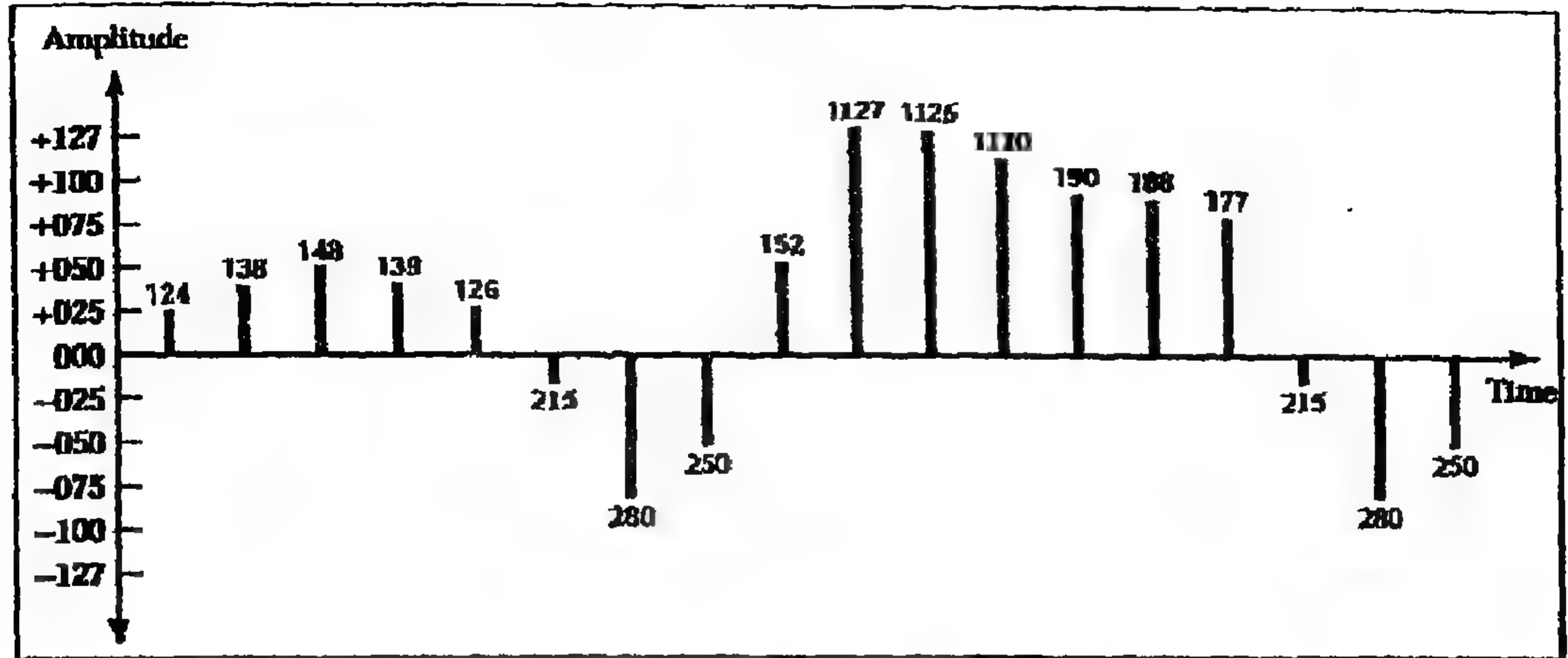
التكيف النبضي السعوي Pulse amplitude modulation له بعض التطبيقات ولكنه لا يمكن استخدامه بصورة مستقلة في الاتصالات . التكيف النبضي السعوي Pulse amplitude modulation يعتبر الخطوة الأولى في تقنية أخرى للتحويل أكثر شيوعاً والتي تسمى التكيف النبضي المشفر (pulse code modulation)

(2) التكيف النبضي المشفر Pulse code modulation (PCM)

التكيف النبضي المشفر (PCM) يستخدم لتحويل الشرائح الناتجة من PAM إلى إشارة رقمية من خلال الخطوات التالية

(1) عملية Quantization والتي تعني تحديد قيمة صحيحة لكل شريحة عند لحظات التقطيع (sampling period) المتساوية. الشكل رقم 21 يوضح عملية Quantization. الجدول رقم 2 يوضح مقدار التحويل الثنائي لقيم الشرائح (التحويل من نظام عشري إلى نظام ثنائي decimal to binary conversion). حيث أن قيمة كل شريحة تمثل رقم ثنائي يحتوي 7 bits بالإضافة إلى bit ثامن يمثل إشارة الرقم (0 للإشارة الموجبة و 1 للإشارة السالبة)

(2) قيمة كل شريحة تحول إلى إشارة رقمية يمكن تشفيرها باستخدام التشفير أحادي القطبية (unipolar encoding) ثم إرسالها عبر وسط الإرسال. الشكل رقم 22 يوضح عملية تحويل الرقم الثنائي المناظر لقيمة الشرائح الثلاث الأولى إلى إشارة رقمية. الشكل رقم 23 يوضح عمليات تحويل الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية

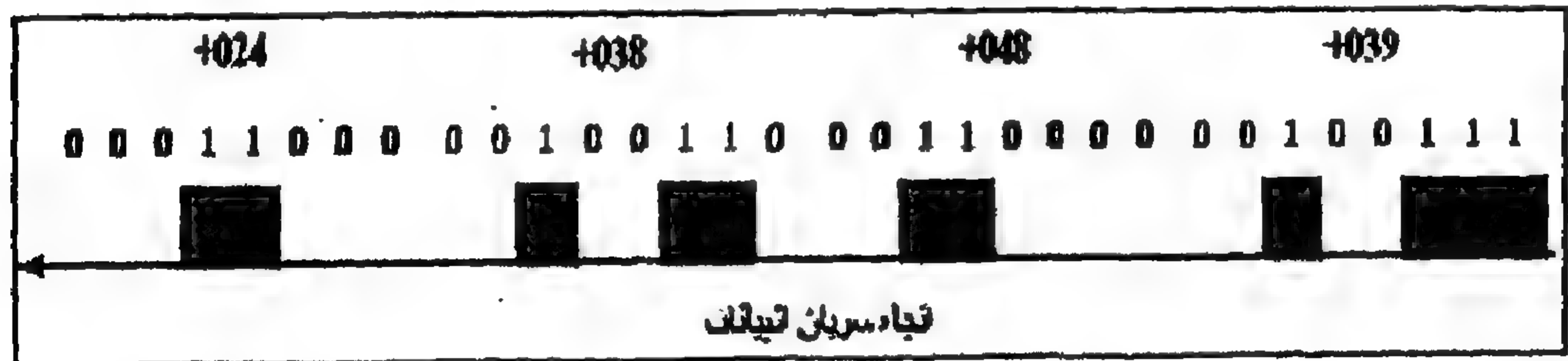


شكل 21: عملية Quantization

جدول 2: تحويل قيم الشرائح إلى قيم ثنائية (تحويل من نظام عشري إلى نظام ثنائي)

+024	00011000	-015	10001111	+125	01111101	-015	10001111
+038	00100110	-080	11010000	+110	01101110	-080	11010000
+048	00110000	-050	10110010	+080	01011010	-050	10110010
+038	00100111	+052	00110110	+088	01011000		
+026	00011010	+127	01111111	+077	01001101		

Sign bit
+ is 0 - is 1



شكل 22: تحويل الرقم الثنائي المناظر لقيمة الشرائح الثلاث الأولى إلى إشارة رقمية

معدل العينات ومعدل البتات Sampling frequency and bit rate

يمكن حساب معدل العينات (sampling frequency) تبعاً لنظرية Nyquist

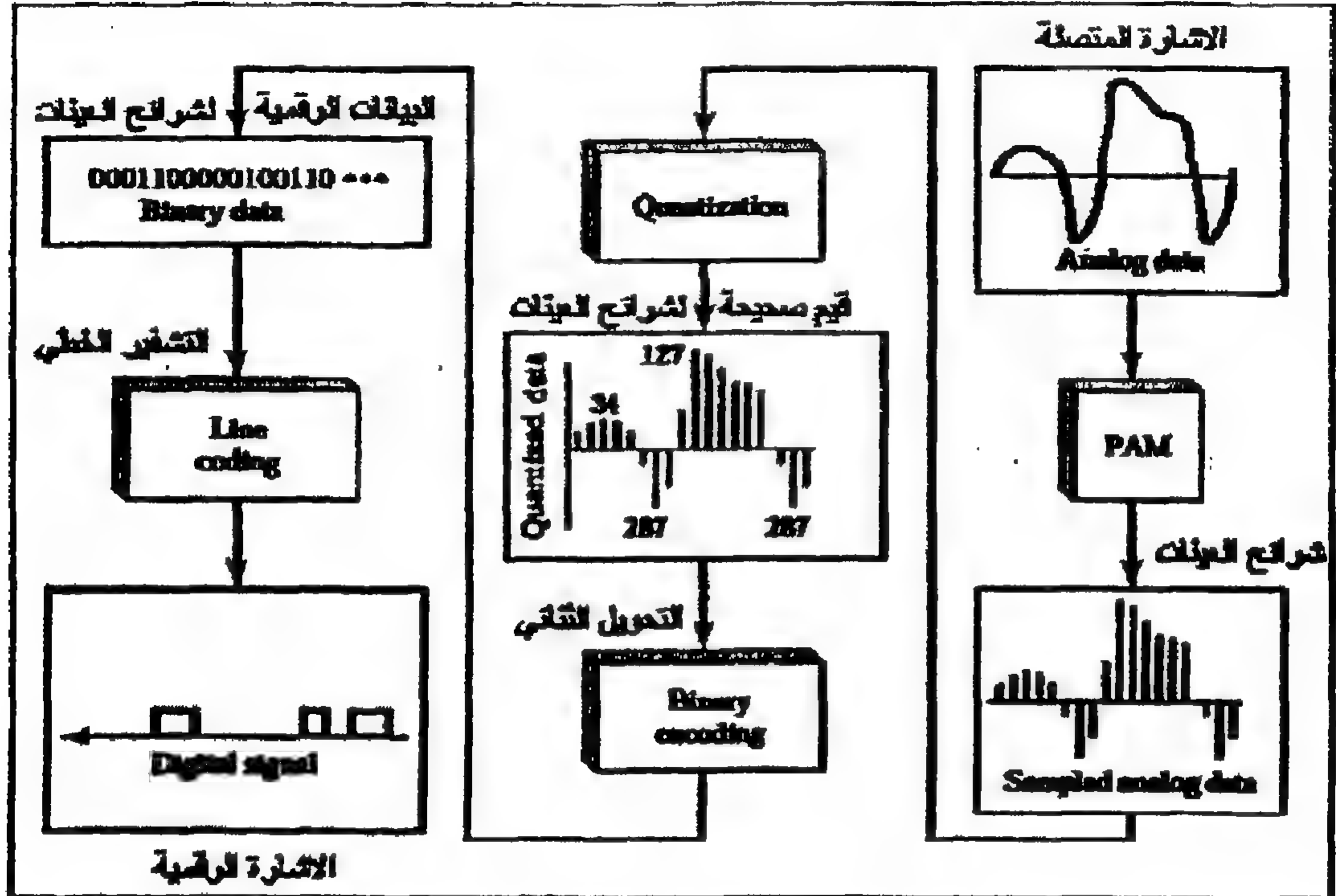
باستخدام المعادلة التالية

$$\text{sampling rate} \geq 2 * \text{highest frequency}$$

معدل العينات أكبر من أو يساوي ضعف أعلى تردد

$$\text{Bit rate} = \text{sampling rate} * \text{number of bits per sample}$$

معدل البتات يساوي معدل العينات مضروباً في عدد البتات في كل عينة



شكل 23 : عمليات تحويل الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية

مثال 14 :

أصيب معدل العينات لإشارة لها مدى ترددي يساوي 5000 Hz (من 1000 Hz إلى 6000 Hz)

الحل:

حيث أن معدل العينات يجب أن يكون أكبر من أو يساوي ضعف أعلى تردد

$$\text{Sampling rate} \geq 2 * 6000$$

$$\geq 12000 \text{ samples/sec}$$

مثال 15 :

إشارة قطعت إلى عينات. تتطلب كل عينة على الأقل 12 مستوى من الدقة (+ 0 إلى + 5 و - 0 إلى - 5). كم بت يمكن إرسالها عن كل عينة

الحل :

حيث أن عدد المستويات 12 مستوي (من +0 إلى +5 ومن -0 إلى -5) فإننا نحتاج إلى 4 bits لكل عينة (3 bits لقيمة المستوى بالإضافة إلى one bit للإشارة 0 للإشارة الموجبة و 1 للإشارة السالبة)

$$+5=(0\ 101) \quad +4=(0100) \quad +3=(0\ 011) \quad +2=(0\ 010)$$

$$+1=(0\ 001) \quad +0=(0\ 000) \quad -5=(1\ 101) \quad -4=(1100)$$

$$-3=(1\ 011) \quad -2=(1\ 010) \quad -1=(1\ 001) \quad -0=(1\ 000)$$

قيمة ذات 3 bits يمثل $2^3 = 8$ مستويات (000 إلى 111) التي تتضمن ما نحتاج إليه (6 مستويات موجبه أو سالبه) . قيمة ذات 2 bits غير كافية حيث أن $2^2 = 4$ مستويات. قيمة ذات 4 bits أكثر مما نحتاج إليه لأن $2^4 = 16$ مستوى .

مثال 16 :

نريد تحويل الصوت إلى إشارات رقمية . أحسب معدل bits (bit rate) بفرض 8 bits لكل عينة

الحل :

يحتوي الصوت على الترددات من 0 Hz إلى 4000 Hz

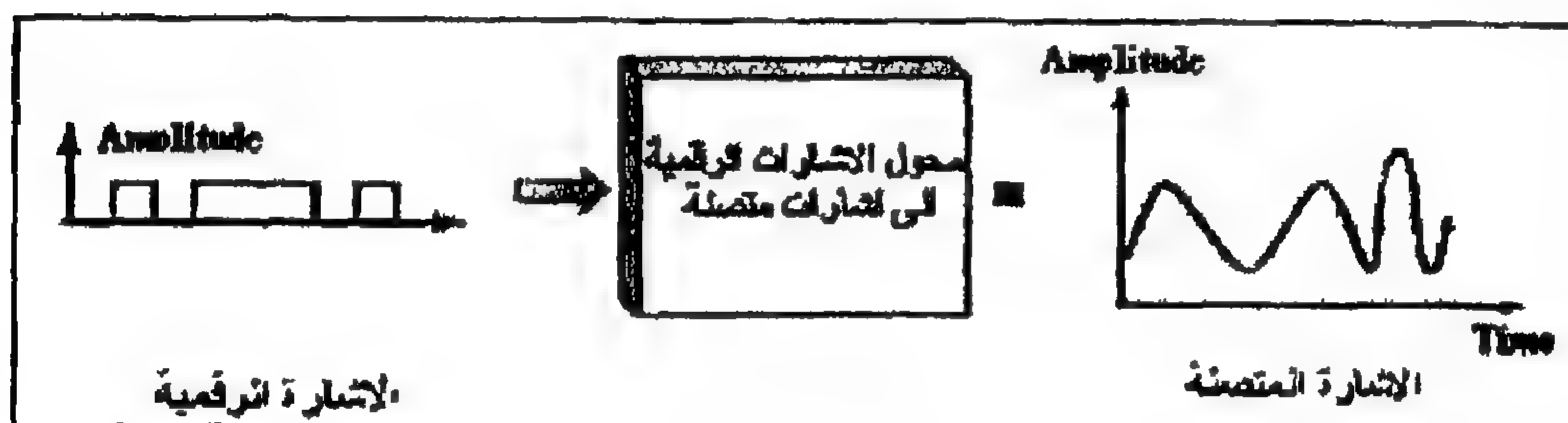
معدل العينات (sampling frequency) $2 * 4000 \leq 8000$ عينة / ثانية

معدل bits (bit rate) = معدل العينات * عدد bits لكل عينة = $8 * 8000 = 64000$ bps

2.5 تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة

DIGITAL-TO-ANALOG
(MODULATION) CONVERSION

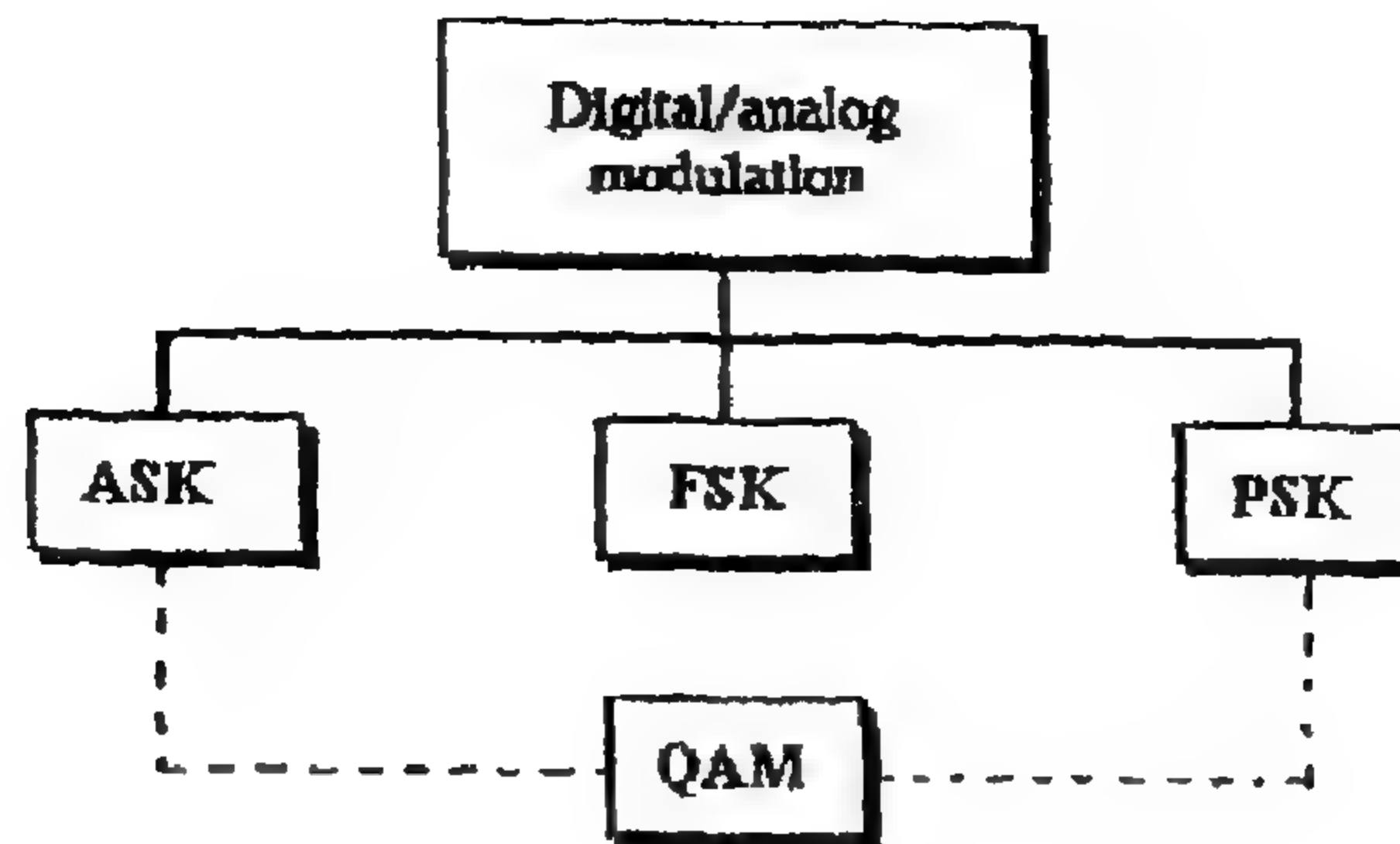
تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة هي عملية تغيير خصائص أو عوامل الإشارة الجيبية (amplitude, frequency and phase) بناء على البيانات الموجودة في الإشارة الرقمية (0's and 1's). عند إرسال بيانات الحاسب الشخصي الرقمية خلال كابلات التليفون يجب تحويلها إلى إشارات متصلة. الشكل رقم 24 يوضح عملية تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة (digital -to-analog conversion) باستخدام modem



شكل 24 : تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة
(digital -to-analog conversion)

الإشارة الجيبية بعد تغيير أحد عواملها تبعاً للبيانات الموجودة في الإشارة الرقمية تسمى modulated signal . تغيير أي عامل من عوامل الإشارة الجيبية يحدد نوع modulation . يوجد أربعة تقنيات تستخدم لتحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة:

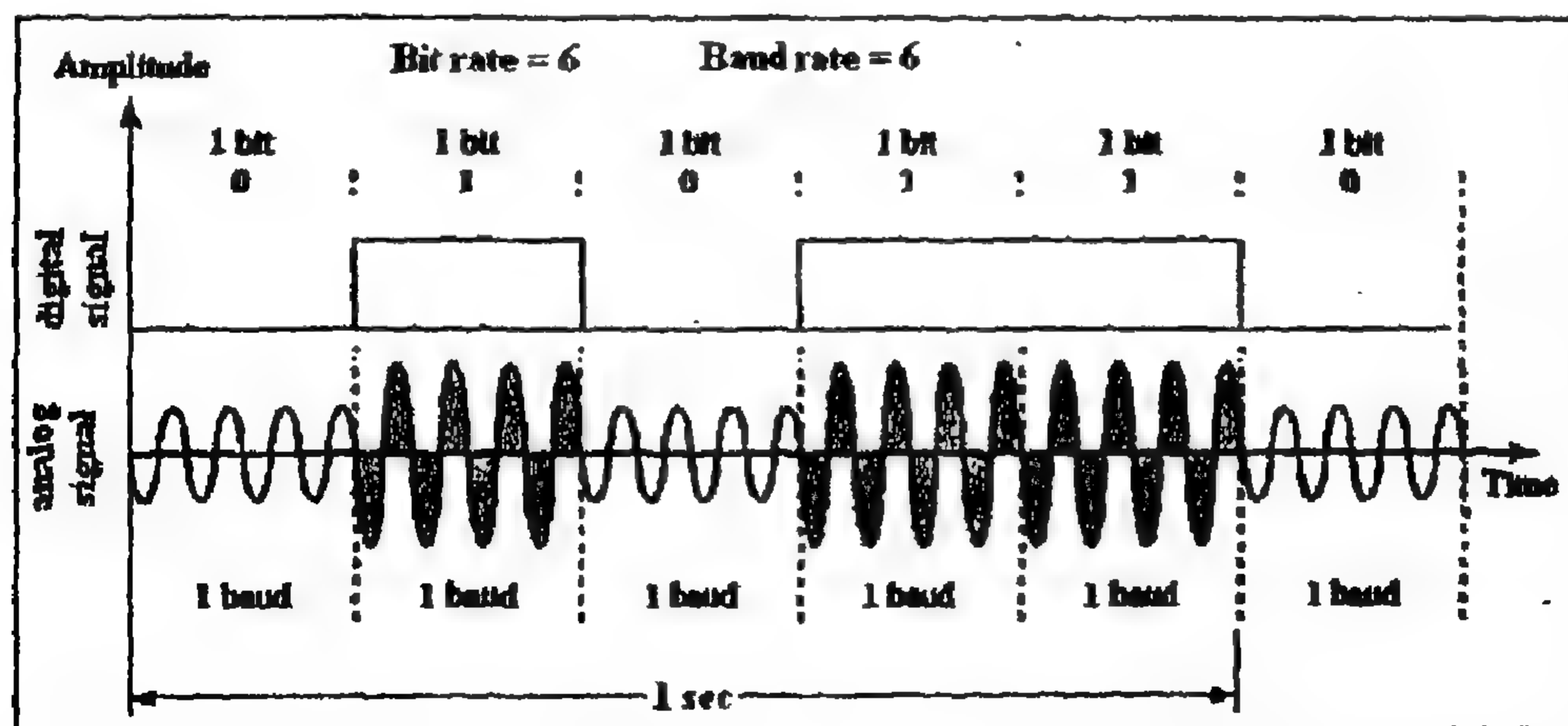
- Amplitude Shift Keying (ASK)
- Frequency Shift Keying (FSK)
- Phase Shift Keying (PSK)
- Quadrature Amplitude Modulation (QAM)



Amplitude Shift Keying(ASK) (a

تقنية ASK تعتمد على تغيير سعة (amplitude) الإشارة الجيبية تبعاً للبيانات الرقمية الموجودة في الإشارة الرقمية لإنتاج modulated signal. الشكل 25 يوضح عملية ASK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 010110) إلى إشارة متصلة. السعة العالية تمثل القيمة الرقمية 1 والمنخفضة المنخفضة تمثل القيمة الرقمية 0. من الشكل 25 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 6 bps ومعدل baud

يساوي 6 baud /sec



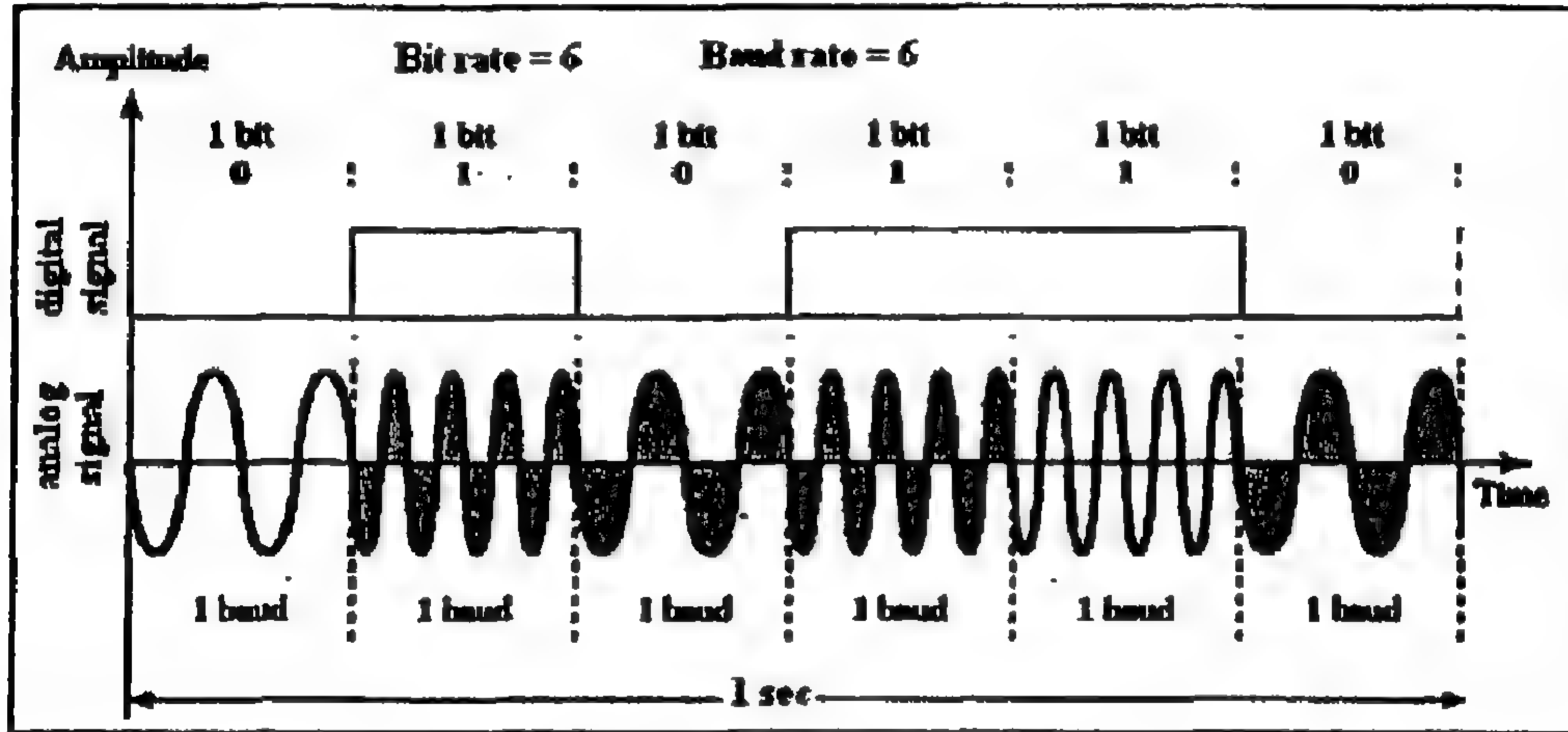
شكل 25: عملية ASK لتحويل إشارة رقمية تحتوي على البيانات (010110) إلى إشارة متصلة

Frequency Shift Keying(FSK) (b)

تقنية FSK تعتمد على تغيير تردد (frequency) الإشارة الجيبية تبعاً للبيانات الرقمية الموجودة في الإشارة الرقمية لإنتاج modulated signal. الشكل 26 يوضح عملية FSK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 010110) إلى إشارة متصلة. التردد العالي يمثل القيمة الرقمية 1 والتردد المنخفض يمثل القيمة الرقمية 0.

من الشكل 26 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 6 bps ومعدل baud

يساوي 6 baud/sec



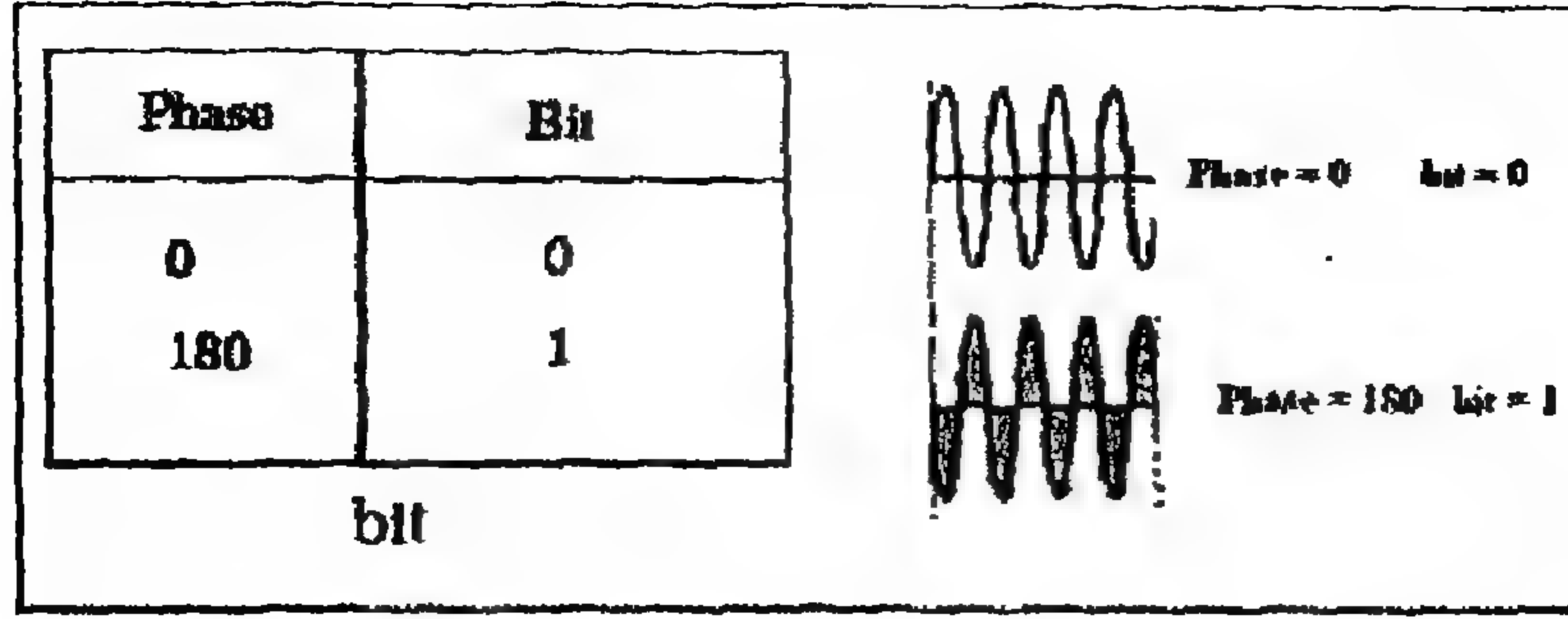
شكل 26: عملية FSK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 01101) إلى إشارة متصلة

Phase Shift Keying(PSK) (c)

تقنية PSK تعتمد على تغيير طور (phase) الإشارة الجيبية تبعاً للبيانات الرقمية الموجودة في الإشارة الرقمية لإنتاج modulated signal.

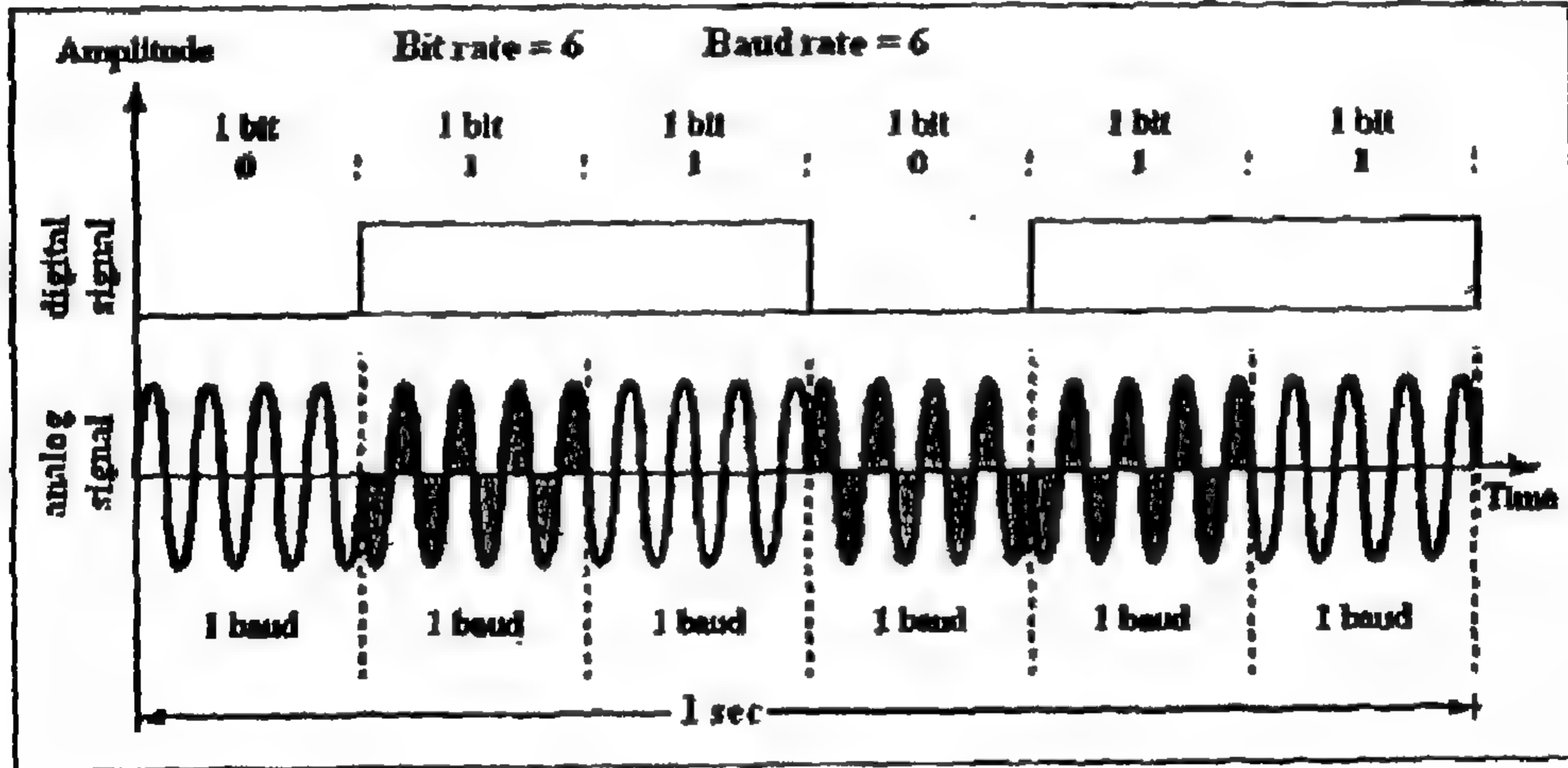
الشكل رقم 27 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية 0 and 1 في حالة

وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على bit واحد (baud = one bit)



شكل 27 : مقدار للطور المناظر للبيانات الرقمية 0 and 1 في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على bit واحد (baud = one bit)

الشكل 28 يوضح عملية PSK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 011011) إلى إشارة متصلة. للطور 0 درجة يمثل القيمة الرقمية 0 والطور 180 درجة يمثل القيمة الرقمية 1. من الشكل 28 يتبين أن معدل (bit rate) bits يساوي 6 bps ومعدل baud يساوي 6 baud /sec.



شكل 28: عملية PSK لتحويل إشارة رقمية (تحتوي في ثانية واحدة على البيانات 011011) إلى إشارة متصلة

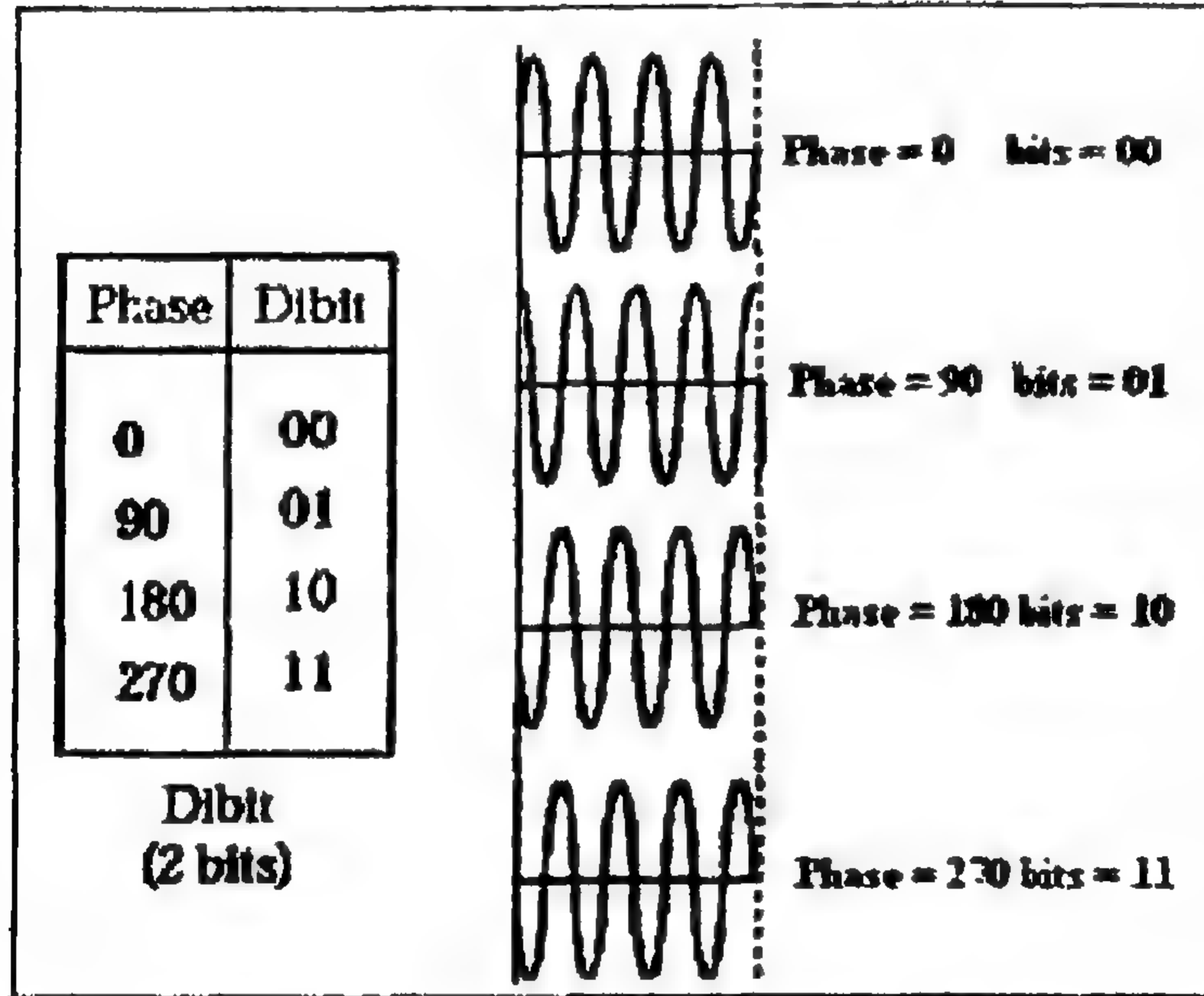
يوجد طرق متعددة تستخدم تقنية PSK تبعاً لعدد bits الموجودة في كل وحدة للإشارة (baud). سنوضح في الجزء التالي طريقتان تستخدم PSK :

• 4-PSK and

• 8-PSK methods

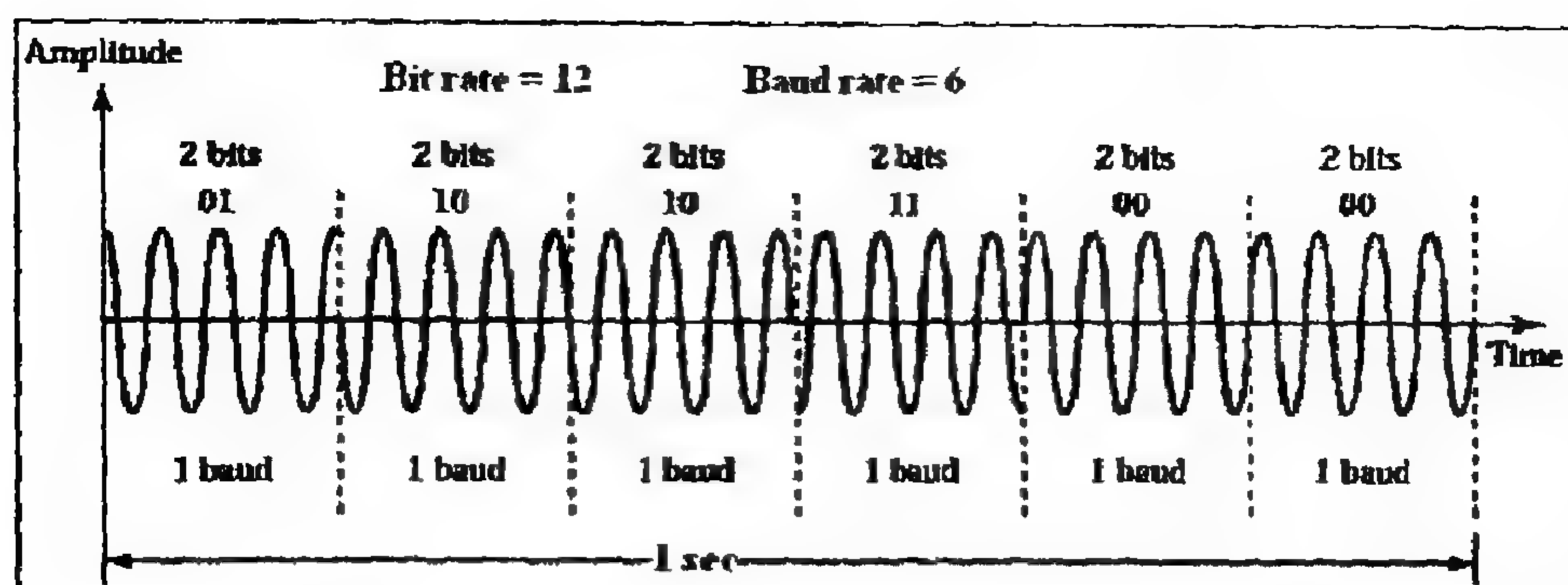
The 4-PSK method

في هذه الحالة تحتوي وحدة الإشارة (signal unit) على two bits (baud=2 bits) وبالتالي سيكون لدينا أربع قيم مختلفة للطور (0, 90, 180, and 270 degree) لتمثيل البيانات الرقمية (00, 01, 10, and 11). الشكل رقم 29 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (00, 01, 10 and 11) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits)



شكل 29 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (00, 01, 10 and 11) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits)

الشكل رقم 30 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (011010110000) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits). من الشكل 30 يتبين أن معدل bits (bit rate) يساوي 12 bps ومعدل baud يساوي 6 baud/sec.



شكل 30 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (011010110000) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits (baud = two bits)

The 8-PSK characteristics

في هذه الحالة تحتوي وحدة الإشارة (signal unit) على three bits (baud=3 bits) وبالتالي سيكون لدينا ثمانية قيم مختلفة للطور (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, and 315 degree) لتمثيل البيانات الرقمية (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, and 111). الشكل رقم 31 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, and 111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits)

Phase	Tribit
0	000
45	001
90	010
135	011
180	100
225	101
270	110
315	111

Tribits
(3 bits)

شكل 31 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, and 111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits)

Quadrature amplitude modulation (QAM) (d

تقنية QAM تجمع بين التقنية ASK والتقنية PSK حيث أنه يتم تغير كل من سعة (amplitude) وطور (phase) الإشارة الجيبية تبعاً للبيانات الرقمية التي تحتويها الإشارة الرقمية. يوجد طرق متعددة تستخدم تقنية QSK تبعاً لعدد bits الموجودة في كل وحدة للإشارة (baud). سنوضح في الجزء التالي ثلاثة طرق تستخدم PSK :

- 4-QAM ,
- 8-QAM and
- 16-QM methods

The 4-QAM

4-QAM تستخدم في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على two bits . في هذه الحالة يكون هناك سعة واحدة وأربعة أطوار (45, 125, 270, and 315 degree) لتمثيل البيانات (00, 01, 10, and 11) . الشكل رقم 32 يوضح تقنية

4-QAM

Phase	Dibit
45	00
125	01
270	10
315	11

Dibit
(2 bits)

شكل 32 : تقنية 4-QM

The 8-QAM

8-QAM تستخدم في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits .

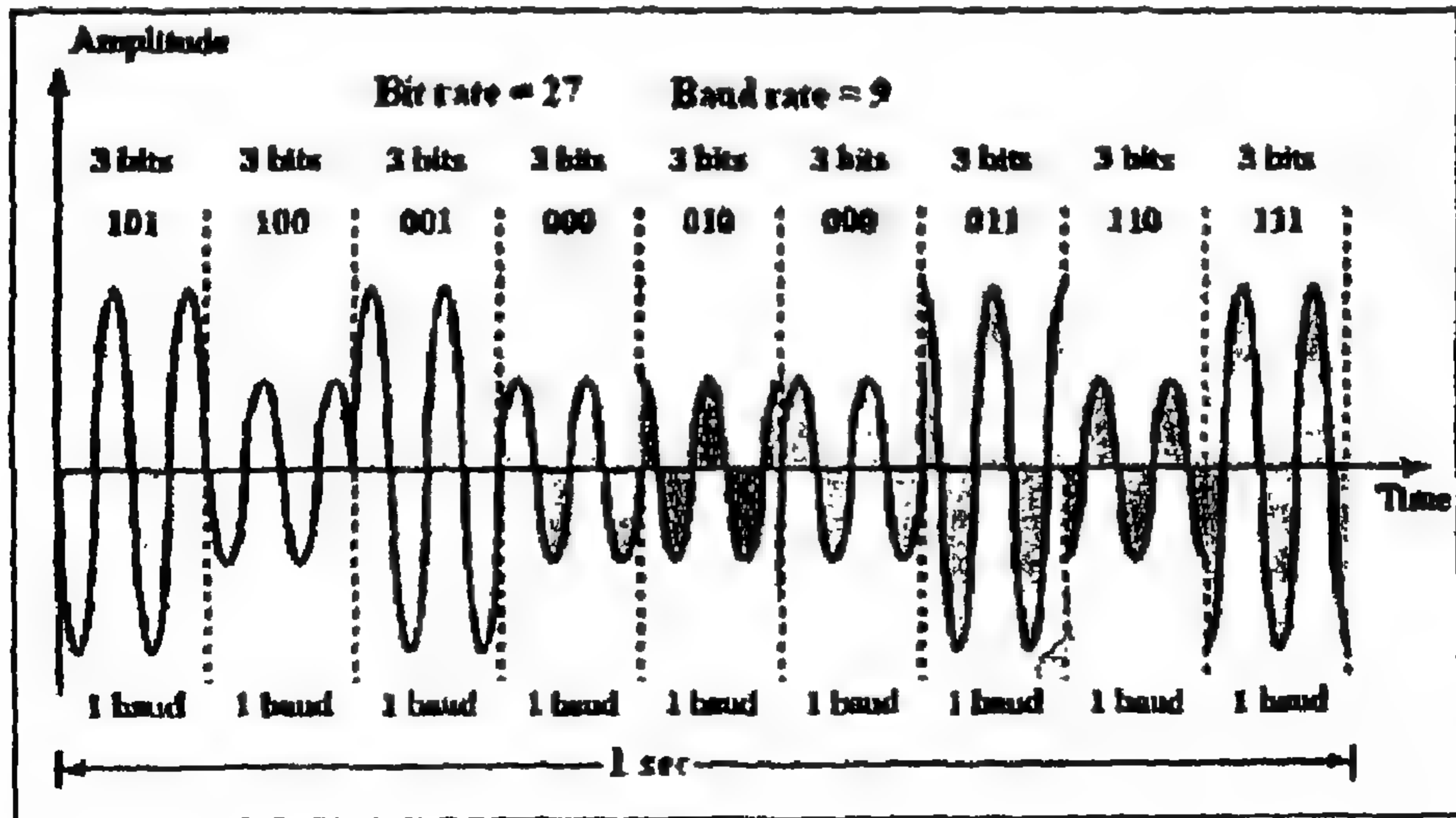
في هذه الحالة يكون هناك سعتان وأربعة أطوار (0, 90, 180, and 270 degree) لتمثيل البيانات (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111). الشكل رقم 33 يوضح تقنية 8-QAM.

Amplitude	Phase	Tribit
1	0	000
2	0	001
1	90	010
2	90	011
1	180	100
2	180	101
1	270	110
2	270	111

Tribits
(3 bits)

شكل 33 : يوضح تقنية 8-QM

الشكل رقم 34 يوضح مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (101100001000010000011110111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits) باستخدام 8-QAM.



شكل 34 : مقدار الطور المناظر للبيانات الرقمية (101100001000010000011110111) في حالة وحدة الإشارة (signal unit) تحتوي على three bits (baud = three bits) باستخدام 8-QAM

The 16-QAM constellations

تقنية 16-QAM لها صور متعددة أهمها استخدام سعتان مختلفتان وثمانية أطوار مختلفة (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, and 315)

الشكل رقم 35 يوضع تقنية 16-QAM

Amplitude	Phase	Quadbit
1	0	0000
2	0	0001
1	45	0010
2	45	0011
1	90	0100
2	90	0101
1	135	0110
2	135	0111
1	180	1000
2	180	1001
1	225	1010
2	225	1011
1	270	1100
2	270	1101
1	315	1110
2	315	1111

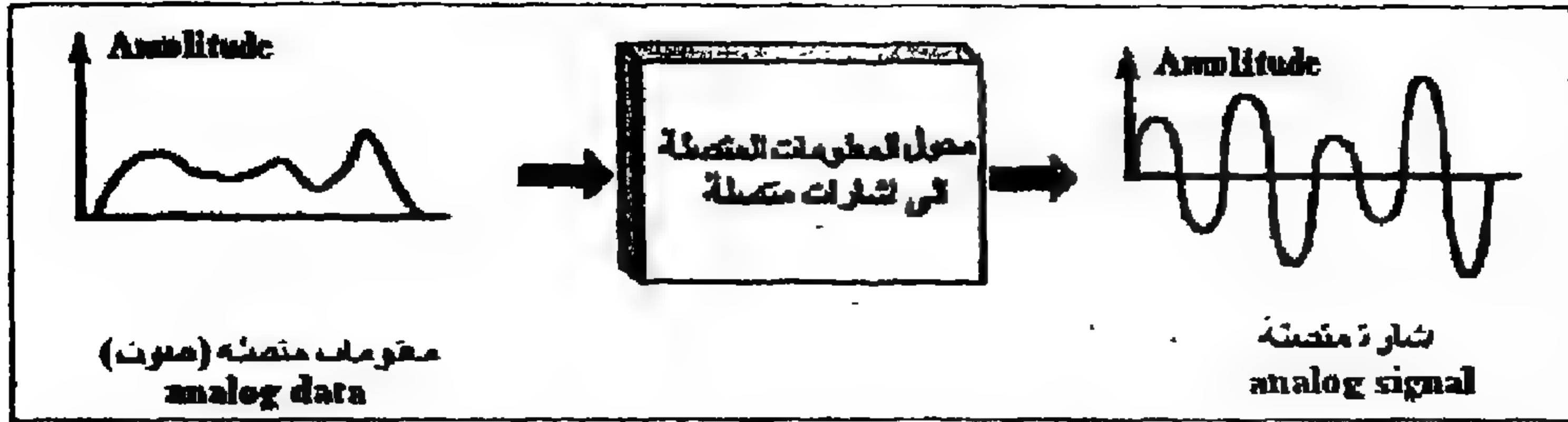
Quadbit (4 bits)

شكل 35 : تقنية 16-QAM

2.6 تحويل المعلومات المتصلة إلى إشارات متصلة

ANALOG-TO-ANALOG MODULATION

Analog-to-analog conversion تستخدم لتحويل المعلومات المتصلة (الصوت) إلى إشارات متصلة. تحويل المعلومات المتصلة إلى إشارات متصلة هي عملية تغيير عوامل الموجه الحاملة (amplitude, frequency and phase) تبعاً للمعلومات المتصلة. الشكل رقم 36 يوضح عملية تحويل المعلومات المتصلة (الصوت) إلى إشارات متصلة.



شكل 36 : عملية تحويل البيانات المتصلة (الصوت) إلى إشارات متصلة

تسمى المعلومات المتصلة (modulating signal) وتسمى الموجة الحاملة بعد تغير عواملها modulated signal. يوجد ثلاث تقنيات تستخدم لتحويل المعلومات المتصلة إلى إشارات متصلة. تعتمد هذه التقنيات على تغيير عوامل الموجة الحاملة/ الإشارة الجيبية (اتساع وتردد وطور) تبعاً للمعلومات المتصلة الأصلية.

(a) التشفير السعوي (Amplitude Modulation (AM)

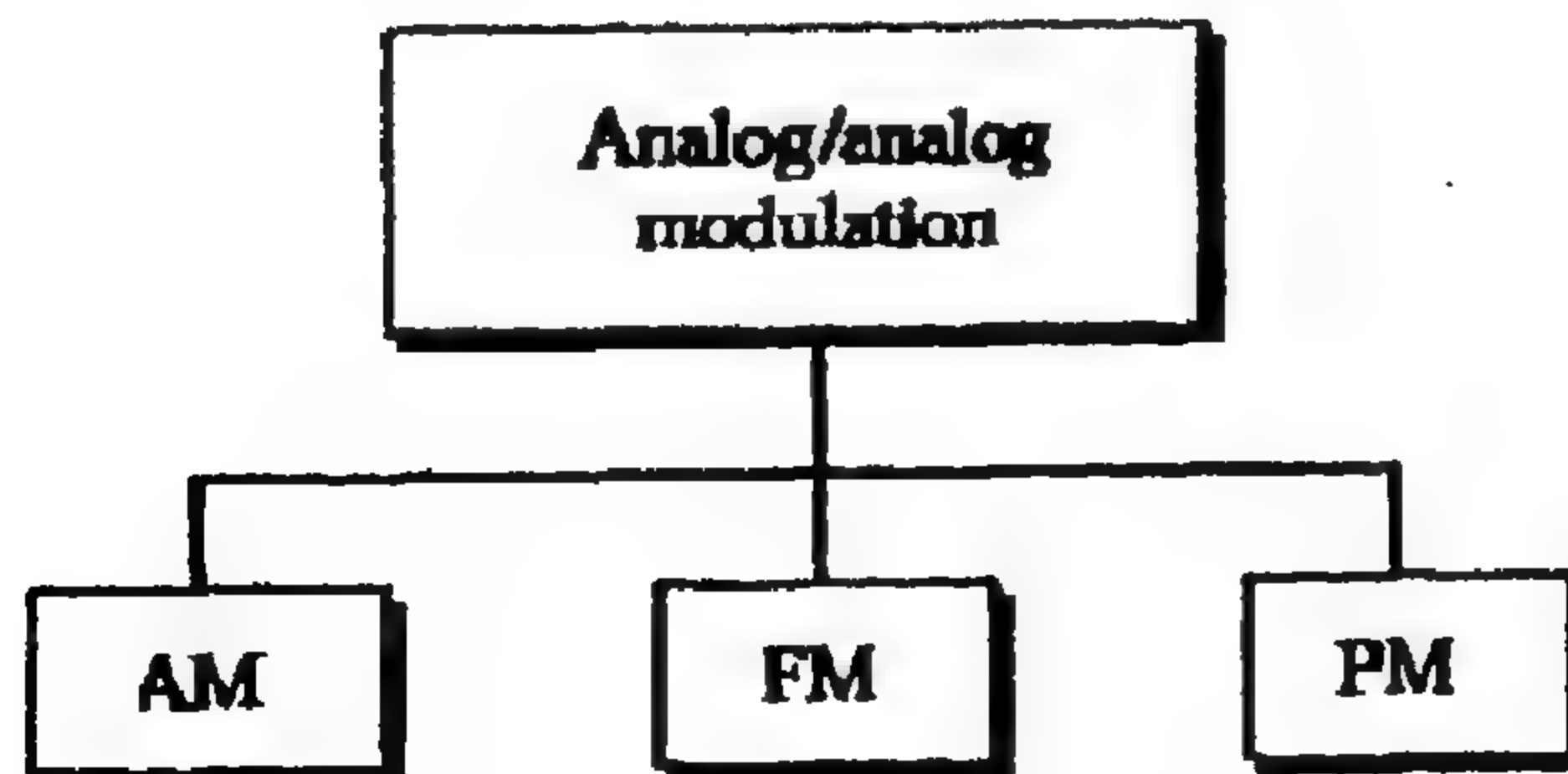
تغير سعة (amplitude) الموجة الحاملة تبعاً للمعلومات الأصلية المتصلة modulating signal

(b) التشفير الترددي (Frequency Modulation (FM)

تغير تردد (frequency) الموجة الحاملة تبعاً للمعلومات الأصلية المتصلة modulating signal

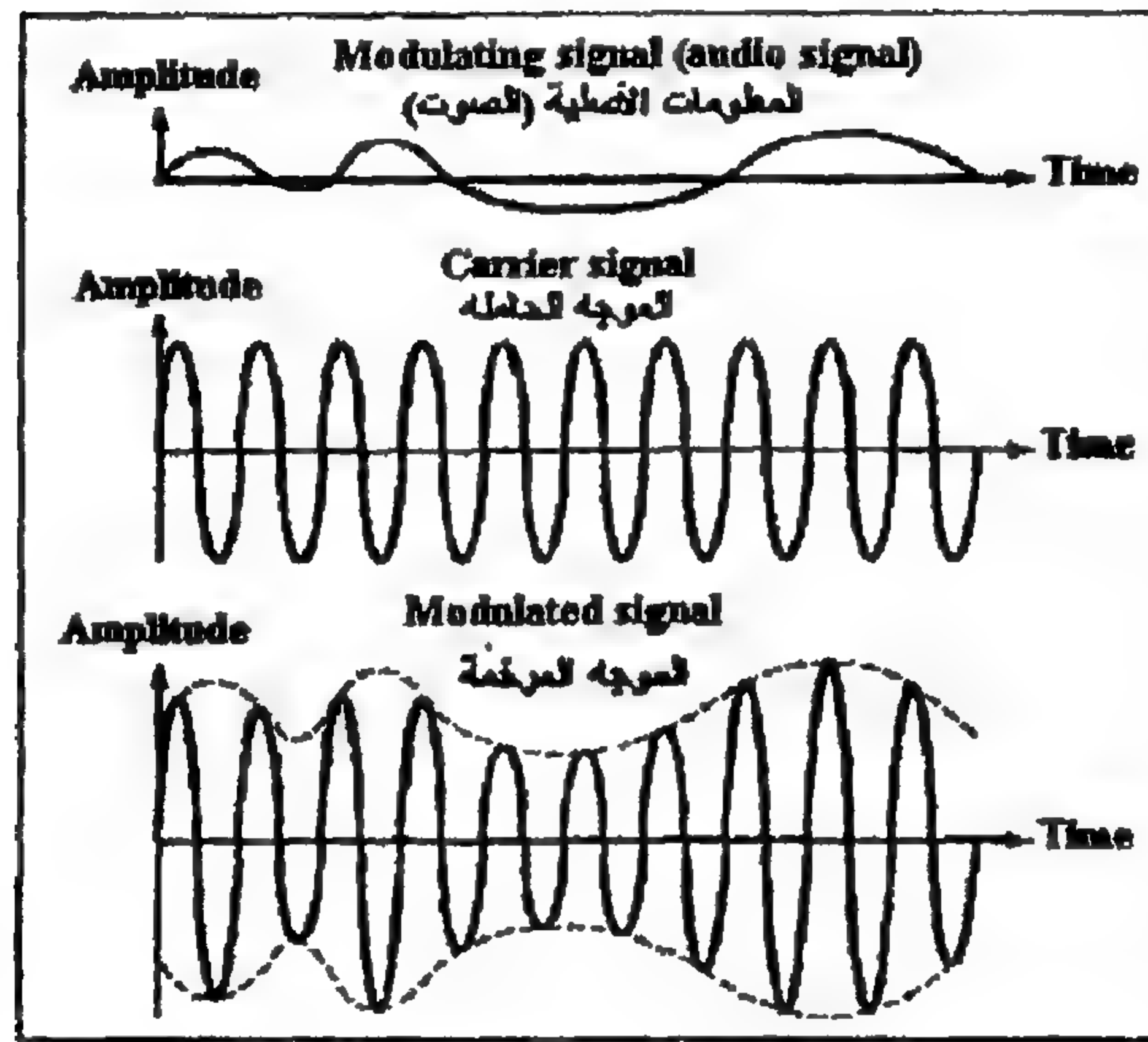
(c) التشفير الطوري (Phase Modulation (PM)

تغير طور (phase) الموجة الحاملة تبعاً للمعلومات الأصلية المتصلة modulating signal



(a) التكييف السعوي (Amplitude Modulation (AM)

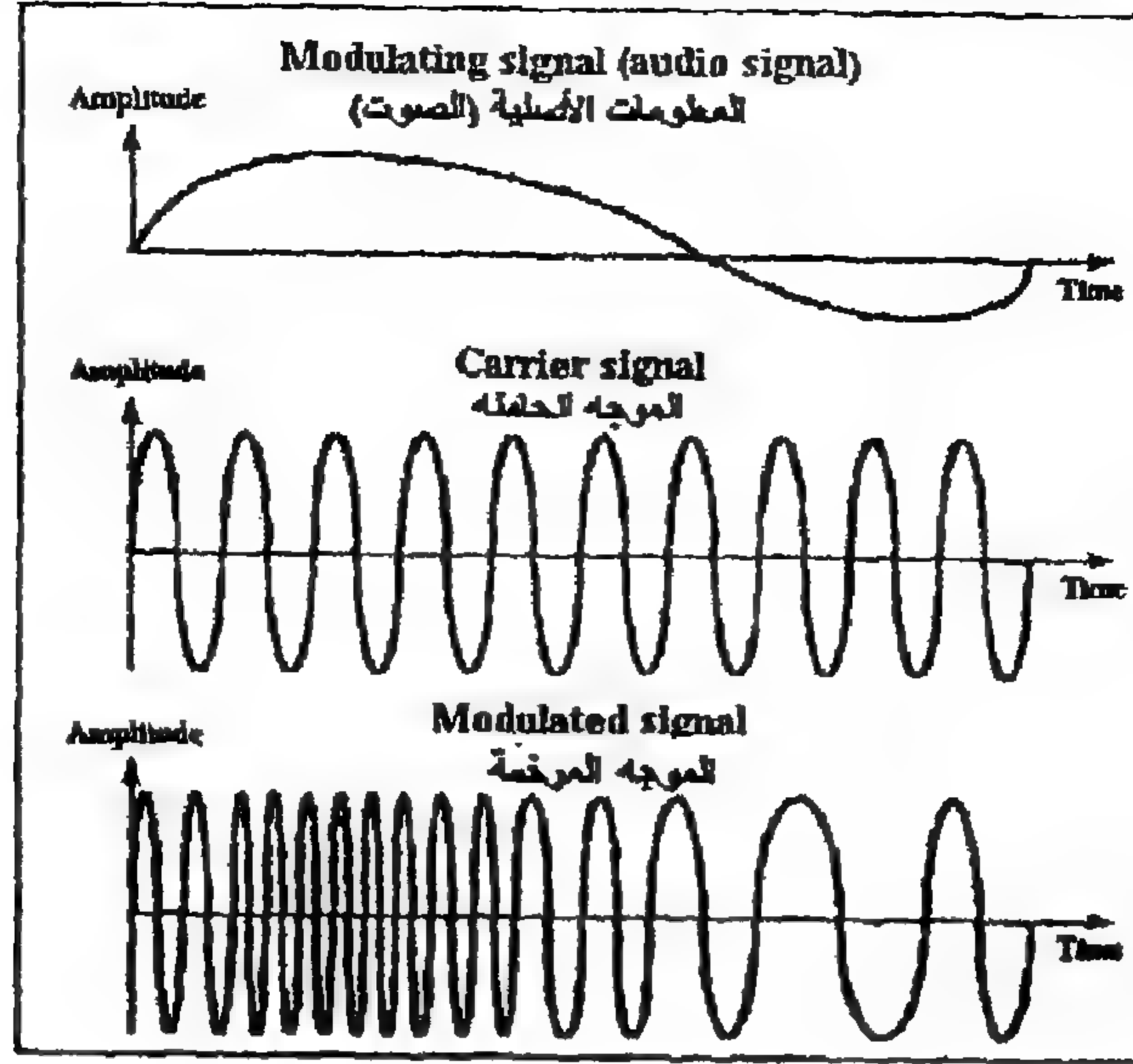
تقنية AM تعتمد على تغيير amplitude للموجة الحاملة تبعاً للإشارة الأصلية (modulating signal) لإنتاج modulated signal. في هذه التقنية يتم تثبيت كل من frequency and phase وتغيير amplitude للموجة الحاملة تبعاً للإشارة الأصلية المتصلة. الشكل رقم 37 يوضح تقنية AM



شكل 37: تقنية AM

(b) التكييف الترددي (Frequency Modulation (FM)

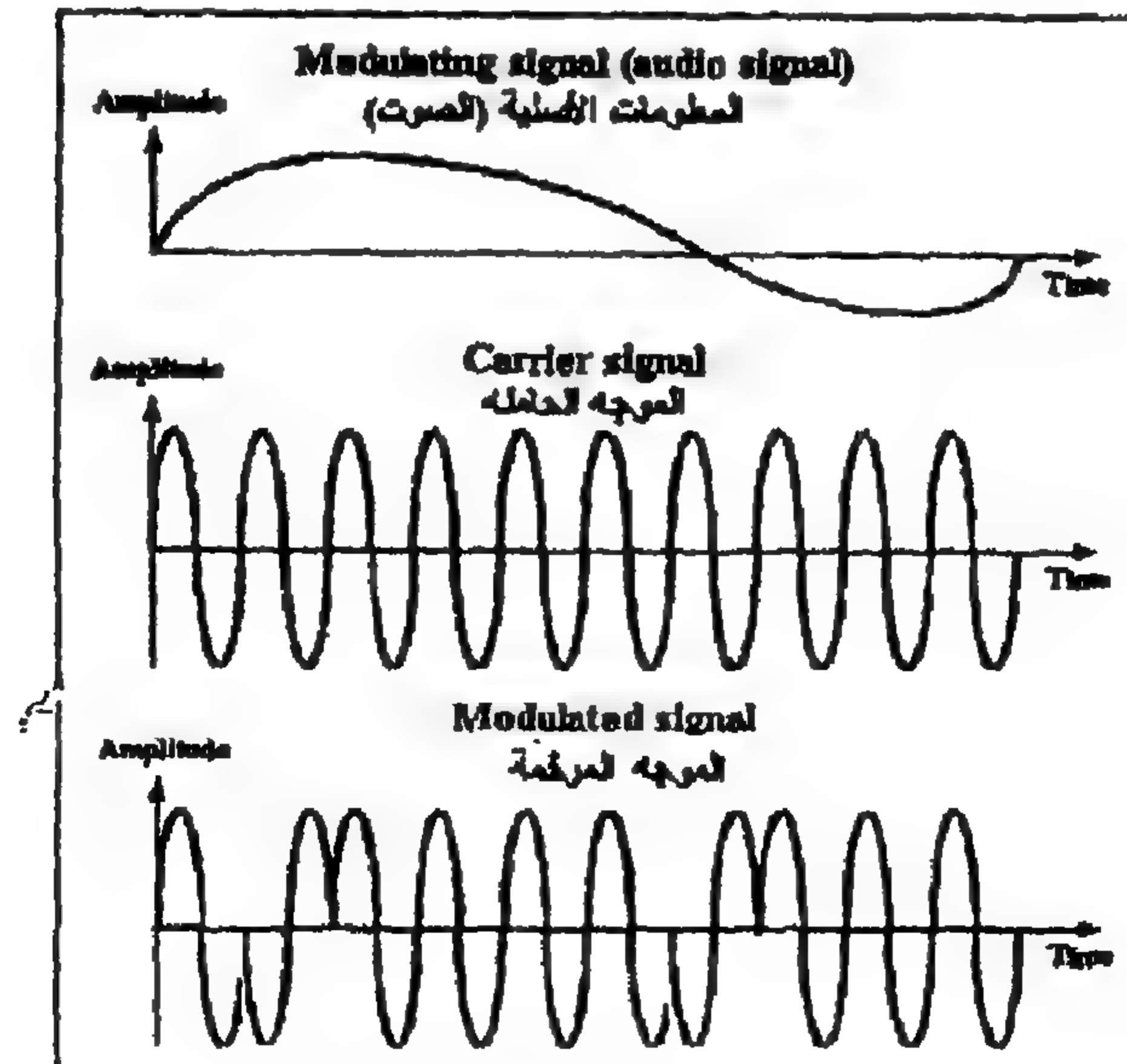
تقنية FM تعتمد على تغيير frequency للموجة الحاملة تبعاً للإشارة الأصلية المتصلة (modulating signal) لإنتاج modulated signal. في هذه التقنية يتم تثبيت كل من amplitude and phase وتغيير frequency للموجة الحاملة تبعاً للإشارة الأصلية المتصلة. الشكل رقم 38 يوضح تقنية FM



شكل رقم 38 : تقنية FM

(c) التشفير الطوري (PM) Phase Modulation

تقنية PM تعتمد على تغيير phase الحاملة تبعاً للإشارة الأصلية المتصلة (modulating signal) لإنتاج modulated signal. في هذه التقنية يتم تثبيت كل من frequency and amplitude وتغيير phase الموجة الحاملة تبعاً للإشارة الأصلية المتصلة. الشكل رقم 39 يوضح تقنية PM



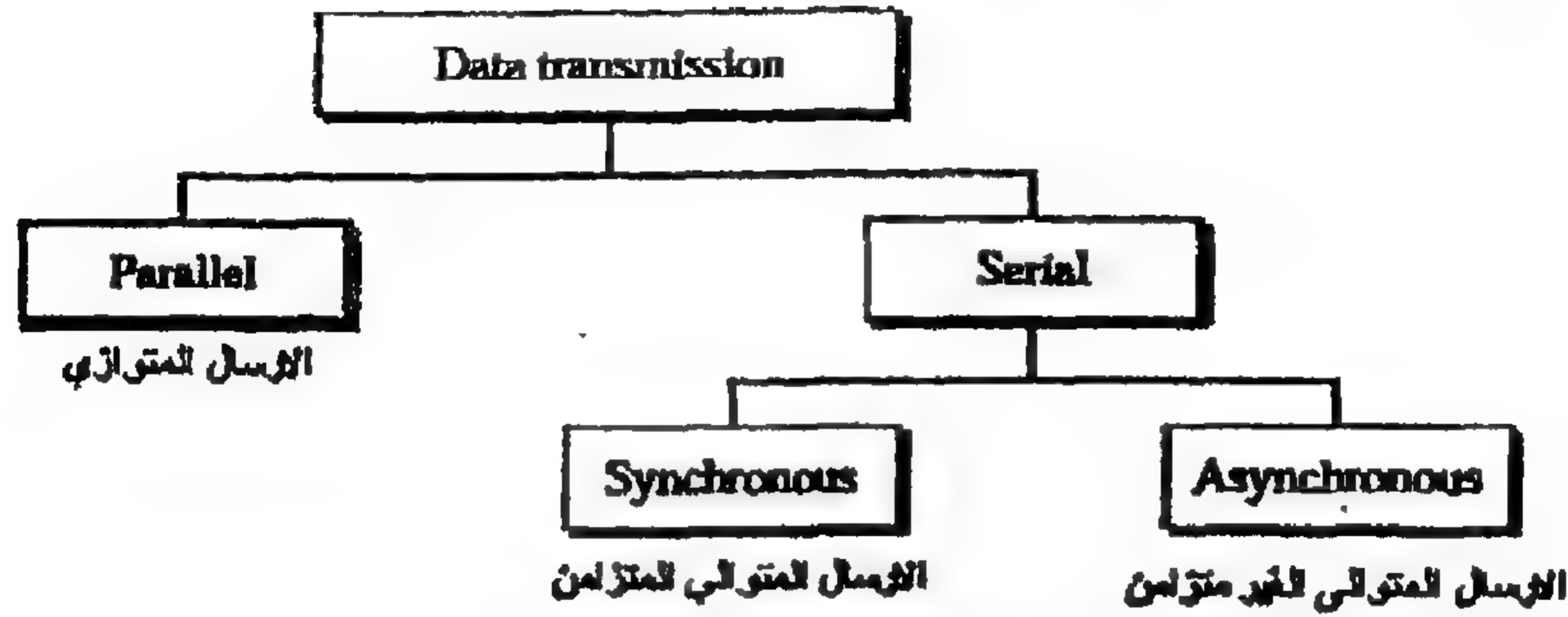
شكل رقم 39: تقنية PM

2.7 طرز الإرسال TRANSMISSION MODES

يوجد نوعان أساسيان لطرز الإرسال :

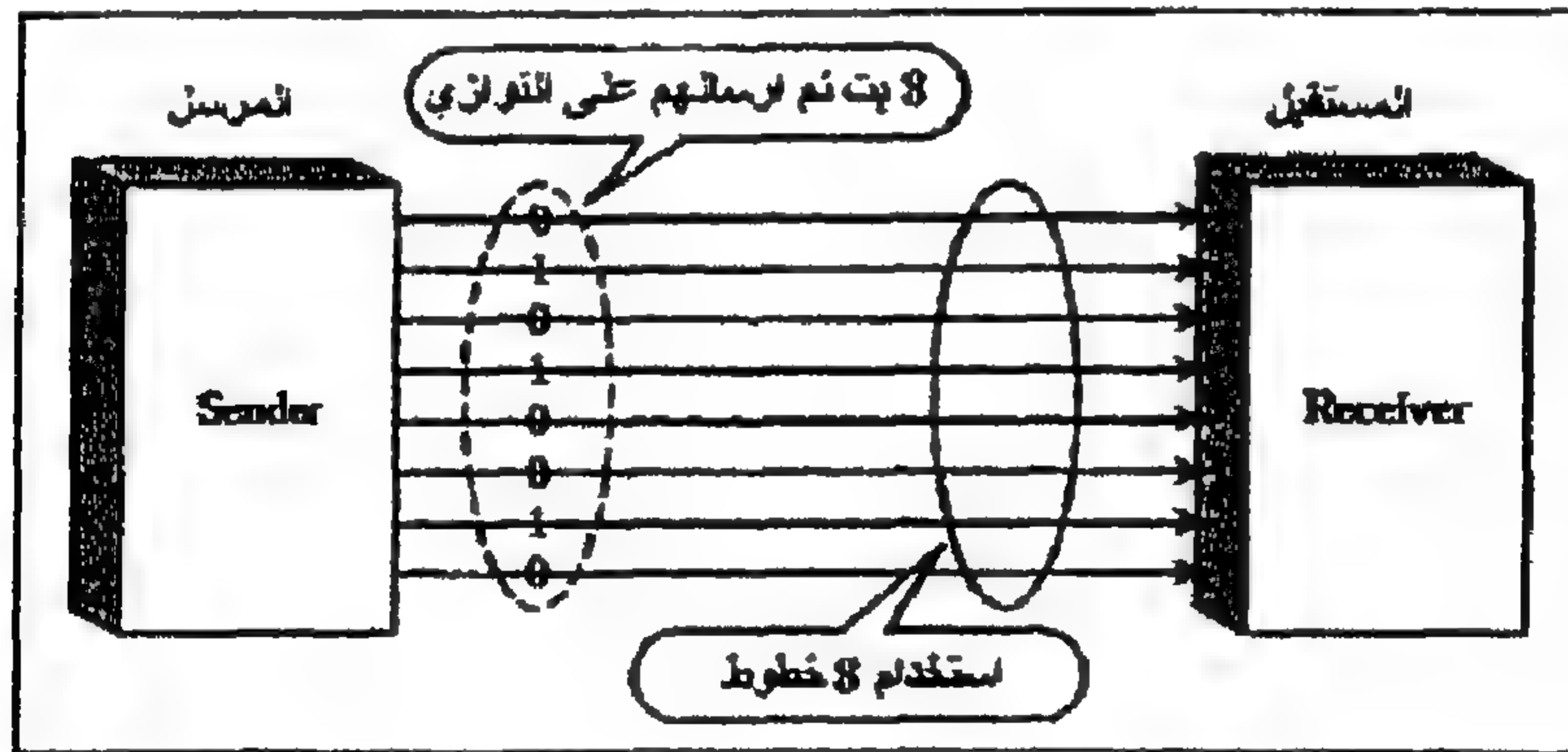
(a) الإرسال المتوازي Parallel Transmission

(b) الإرسال المتوالي Serial Transmission



(a) الإرسال المتوازي Parallel Transmission

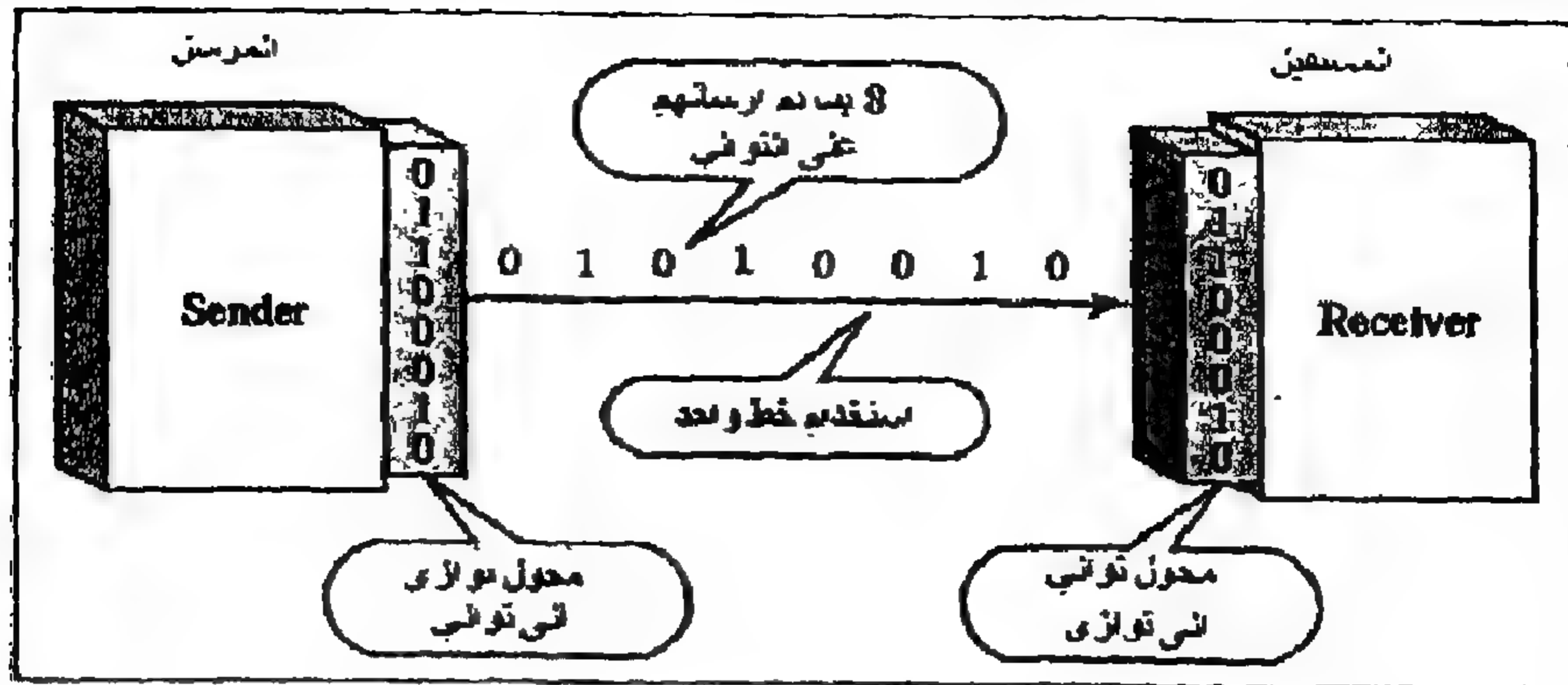
في الإرسال المتوازي يتم استخدام 8 كابلات لإرسال 8 bits على أساس أن كل كابل يحمل one bit . الشكل رقم 40 يوضح الإرسال المتوازي



شكل 40 : الإرسال المتوازي

(b) الإرسال المتوالي Serial Transmission

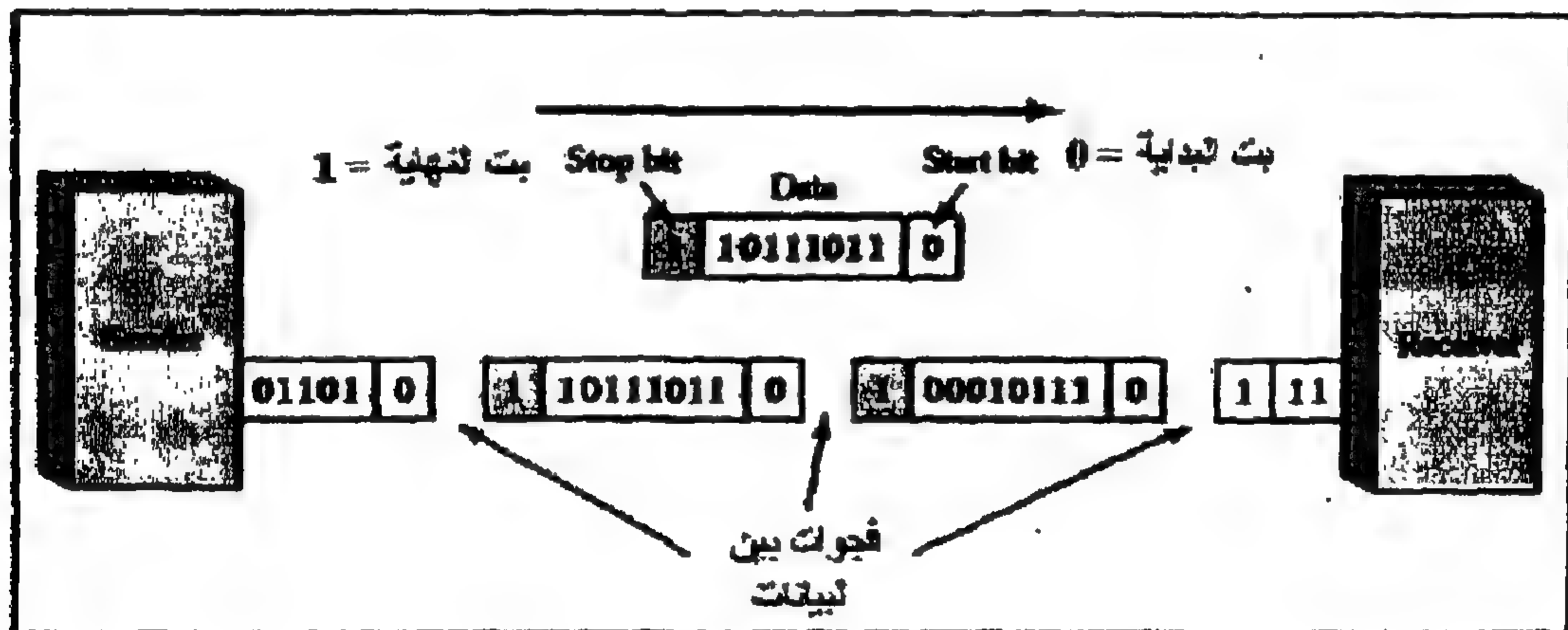
في الإرسال المتوالي يتم إرسال البيانات في صورة متتالية على كابل واحد . الشكل رقم 41 يوضح الإرسال المتوالي



شكل 41 : الإرسال المتوالي

الإرسال المتوالي الغير متزامن Asynchronous serial transmission

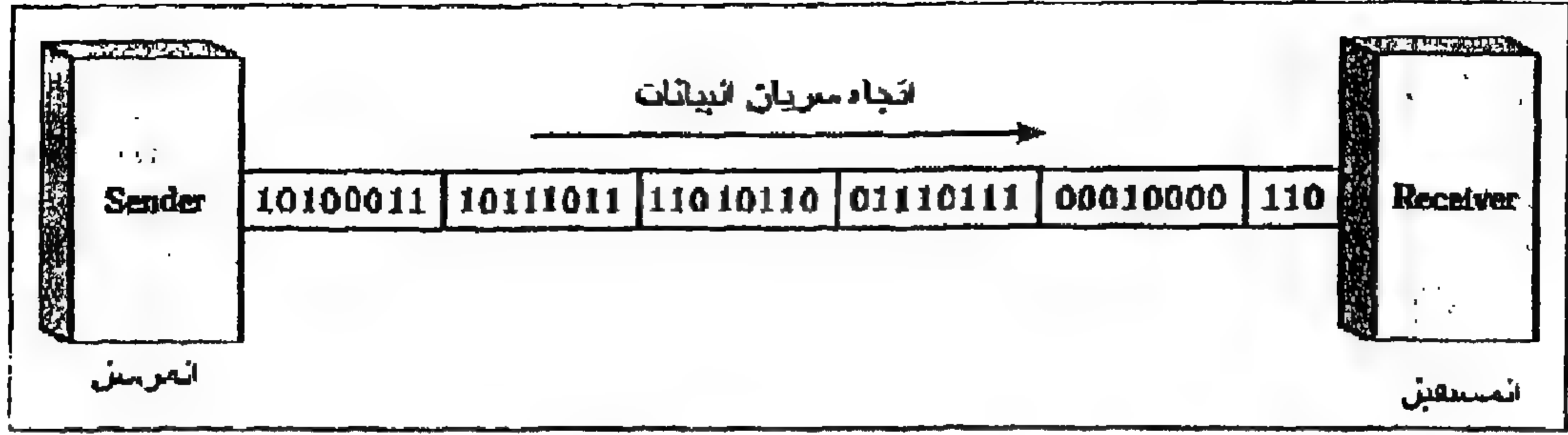
في الإرسال المتوالي الغير متزامن يتم إرسال المعلومات في صورة حزم . كل حزمة تحتوي على bit البداية (start bit) و bit للنهاية (stop bit) ثم يتم إرسال المعلومات بينهما مع وجود فجوات بين كل حزمة وأخرى. الشكل رقم 42 يوضح الإرسال المتوالي الغير متزامن



شكل 42: الإرسال المتوالي الغير متزامن

الإرسال المتوالي المتزامن Synchronous serial transmission

في الإرسال المتوالي المتزامن يتم إرسال الحزم على التوالي بدون bit بداية أو bit النهاية أو الفجوات وتكون مسئولية المستقبل لجميع bits المرسل بناء على نبضات التزامن بين الإرسال والاستقبال. الشكل رقم 43 يوضح الإرسال المتوالي المتزامن



شكل 43 : الإرسال المتوالي المترامن

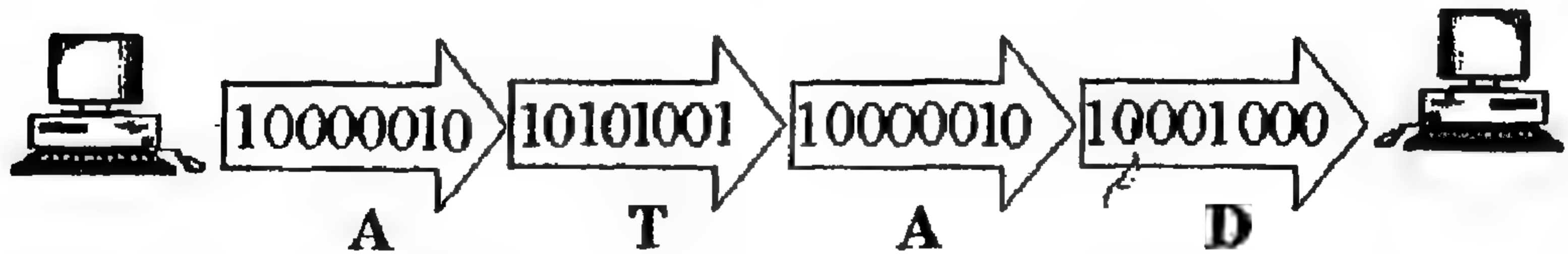
مثال 17:

بين بالرسم كيف يتم إرسال كلمة DATA باستخدام الإرسال المتوالي والإرسال المتوازي
الحل

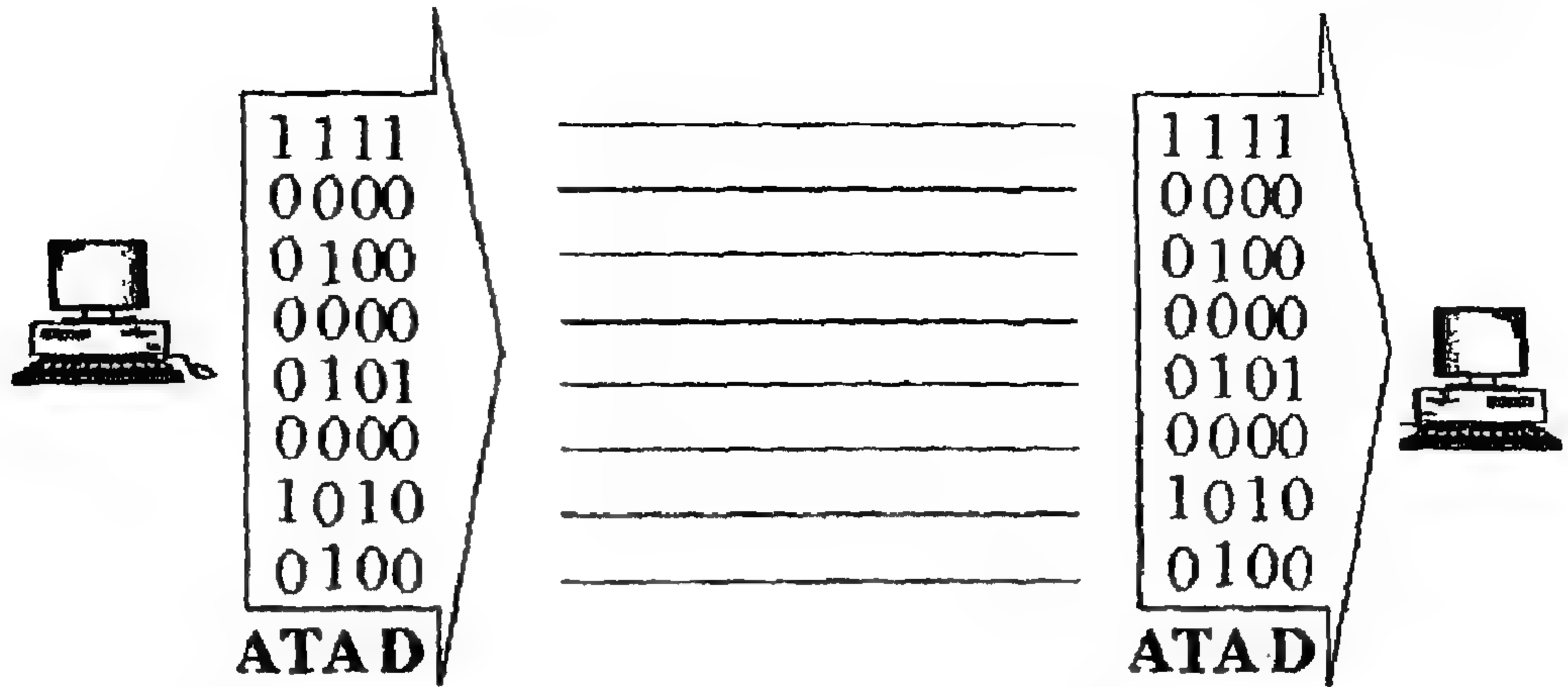
الجدول رقم 3 يوضح ASCII code لأحرف كلمة DATA

جدول 3 : ASCII code لأحرف كلمة DATA

letter	ASCII code (7 bits)			Parity bit
	Hexadecimal	decimal	binary	
D	44	68	1000100	0
A	41	65	1000001	0
T	54	84	1010100	1



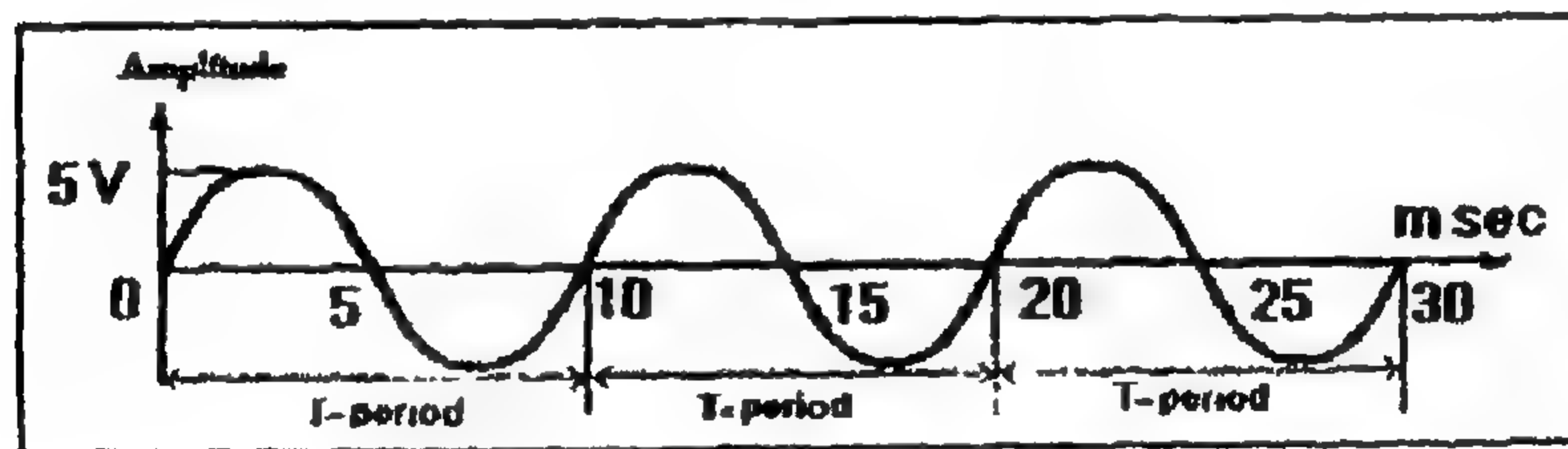
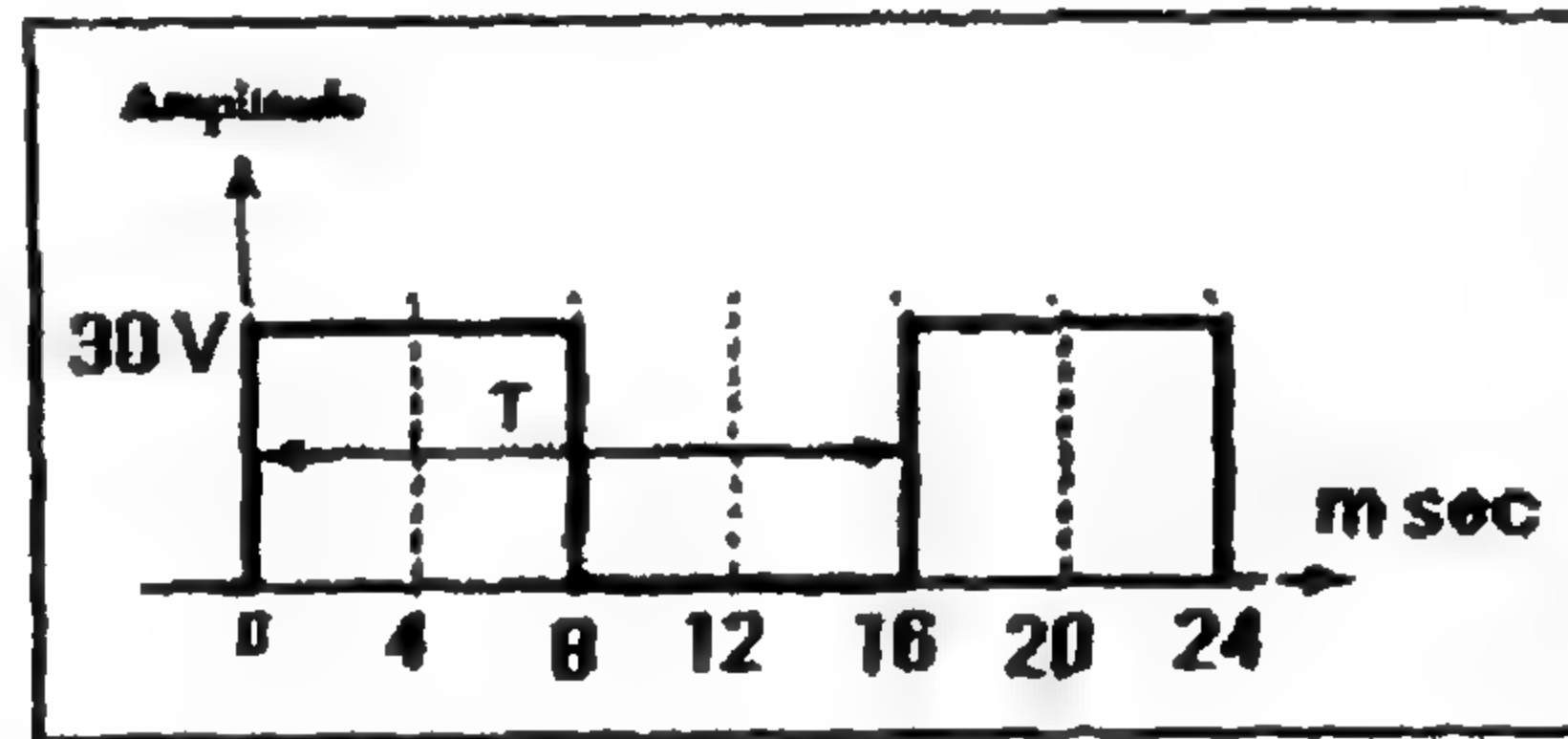
إرسال كلمة DATA باستخدام الإرسال المتوالي



إرسال كلمة DATA باستخدام الإرسال المتوازي

EXERCISES

(1) أوجد المركبة المستمرة للإشارات التالية



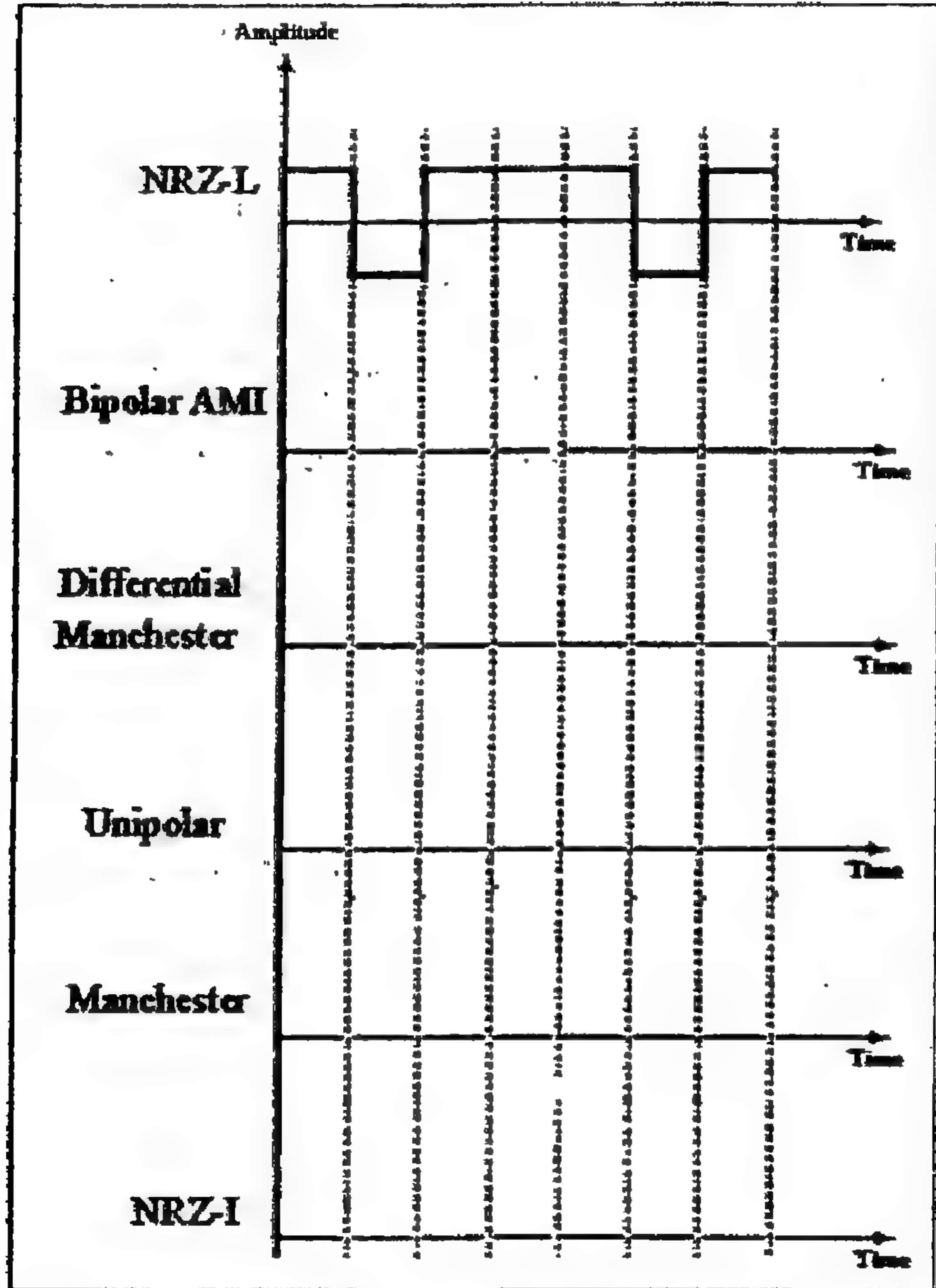
(2) إذا كانت البيانات المرسل هي: 010001110 ارسم الإشارة المشفرة في حالة

استخدام تقنيات التشفير التالية

- Bipolar AMI
- Manchester
- Differential Manchester
- Unipolar
- NRZ-I
- NRZ-L

(3) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير NRZ-L. أوجد قيمة البيانات الأصلية قبل التشفير. ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنيات التشفير التالية

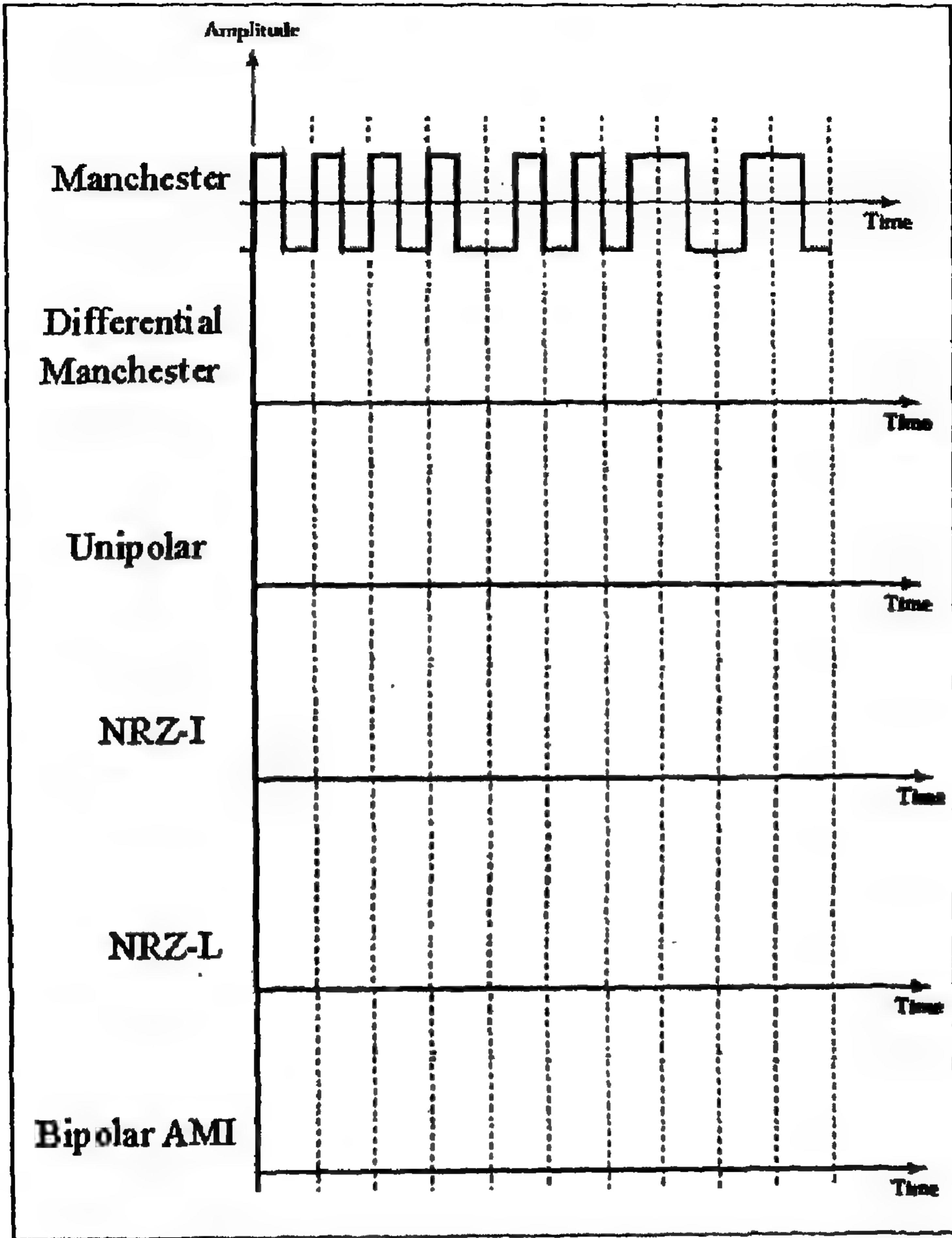
- Manchester
- Unipolar
- Differential Manchester
- NRZ-I
- Bipolar AMI



(4) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Manchester. أوجد قيمة البيانات الأصلية قبل التشفير. ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنيات التشفير التالية

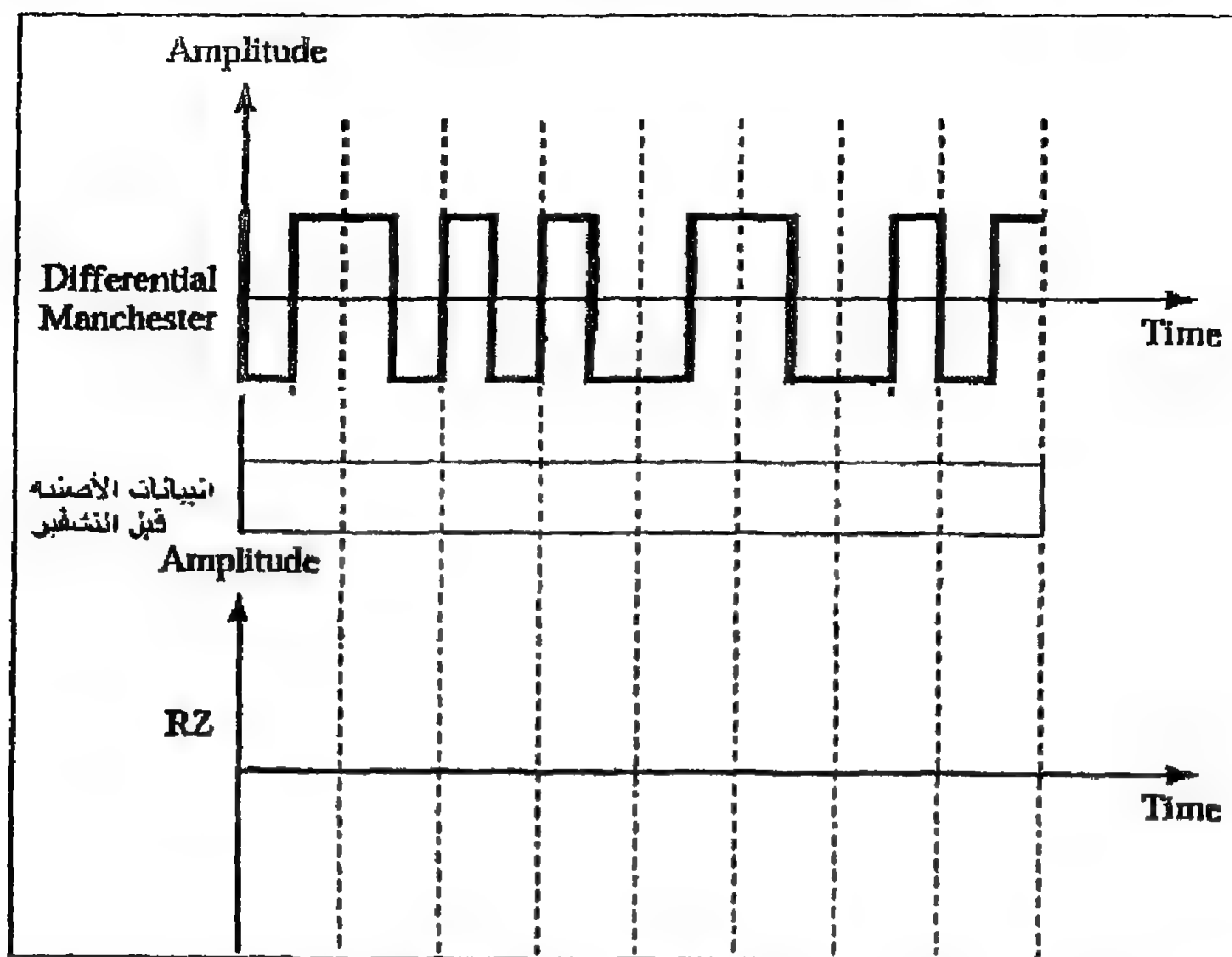
- NRZ-I
- Unipolar
- Bipolar AMI
- NRZ-L

■ Differential Manchester



(5) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester .

- أوجد قيمة البيانات الأصلية (original binary data) قبل التشفير .
- ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنية التشفير RZ

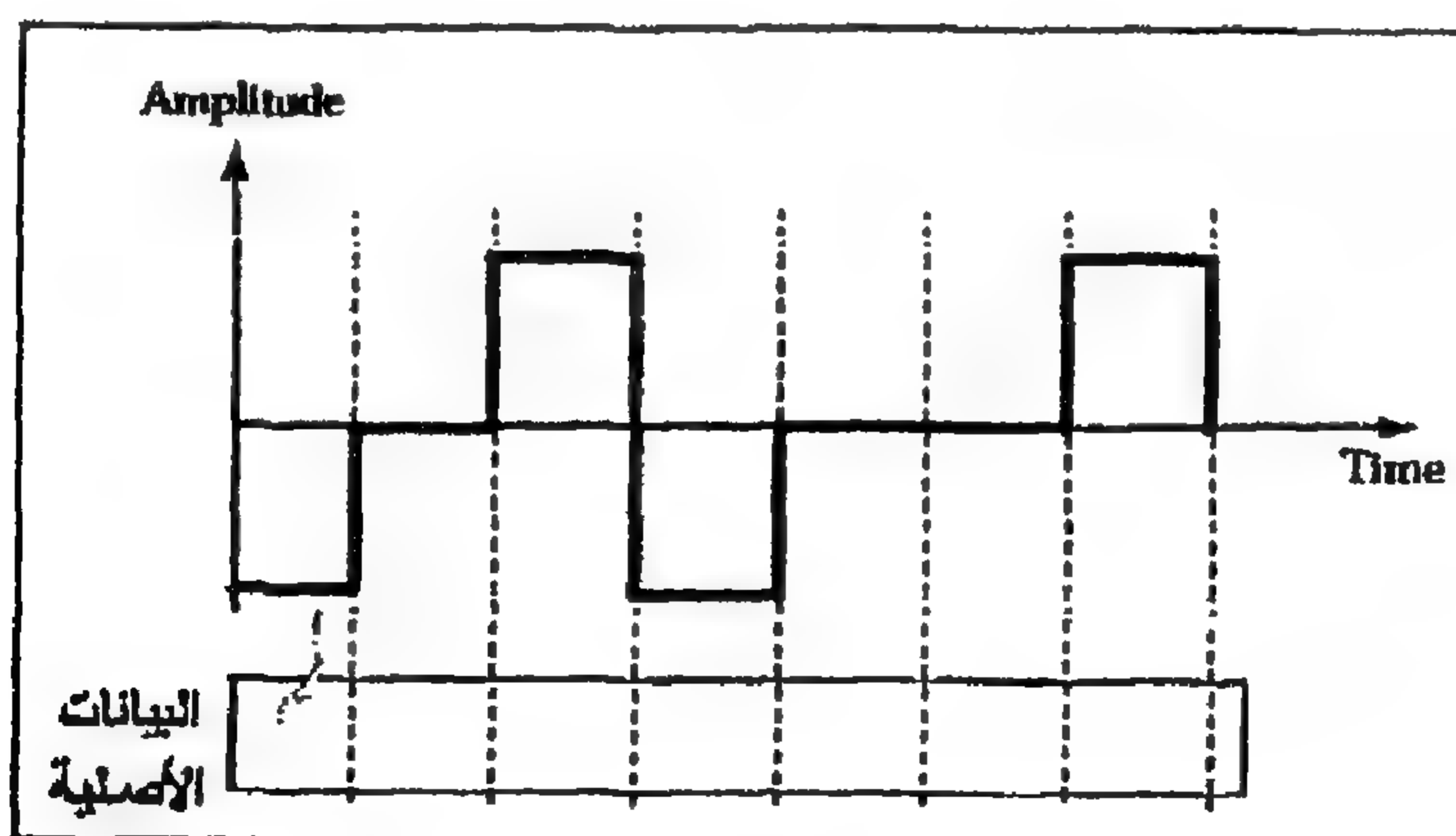


(6) ارسم الإشارة الناتجة من تشفير البيانات (100011001) باستخدام تقنيات التشفير

AMI encoding

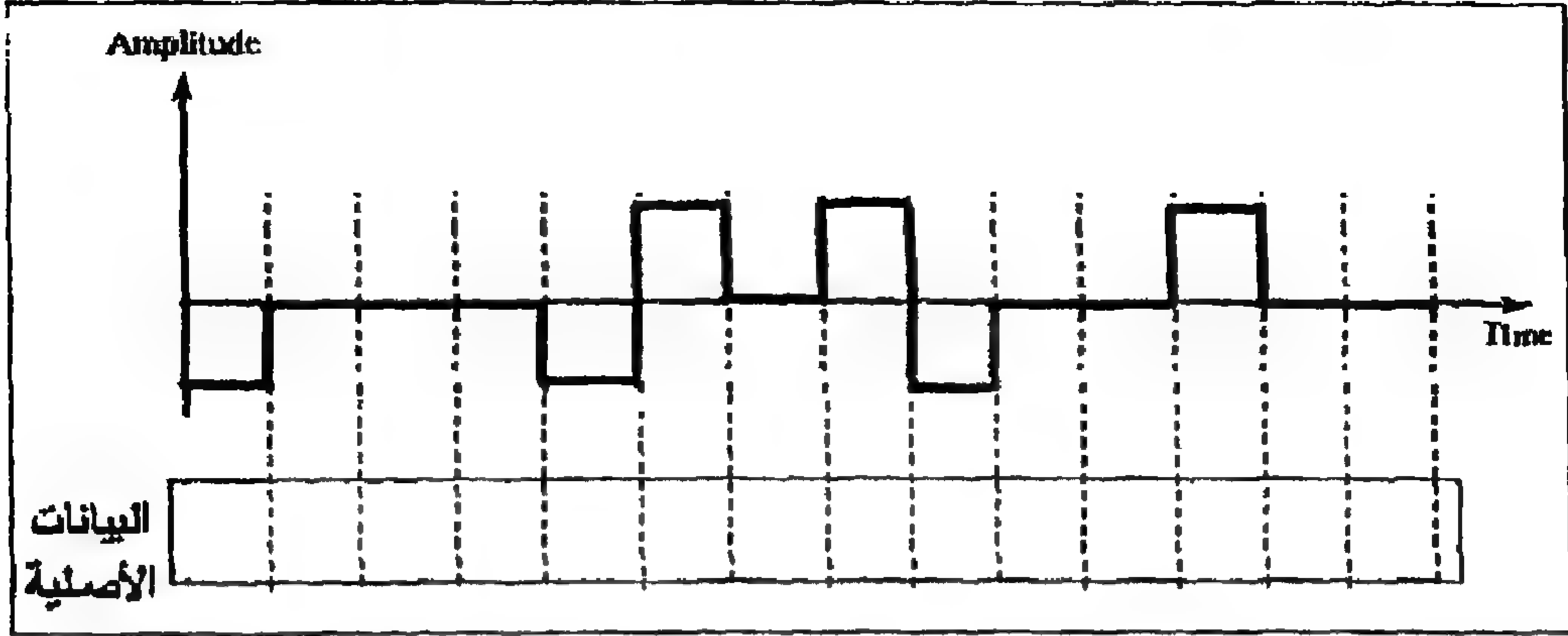
(7) إذا علمت أن تقنية التشفير المستخدمة هي تقنية AMI فأوجد قيمة البيانات الأصلية

للإشارة الرقمية التالية



(8) إذا علمت أن تقنية التشفير المستخدمة هي تقنية B8ZS فأوجد قيمة البيانات الأصلية

للإشارة الرقمية التالية

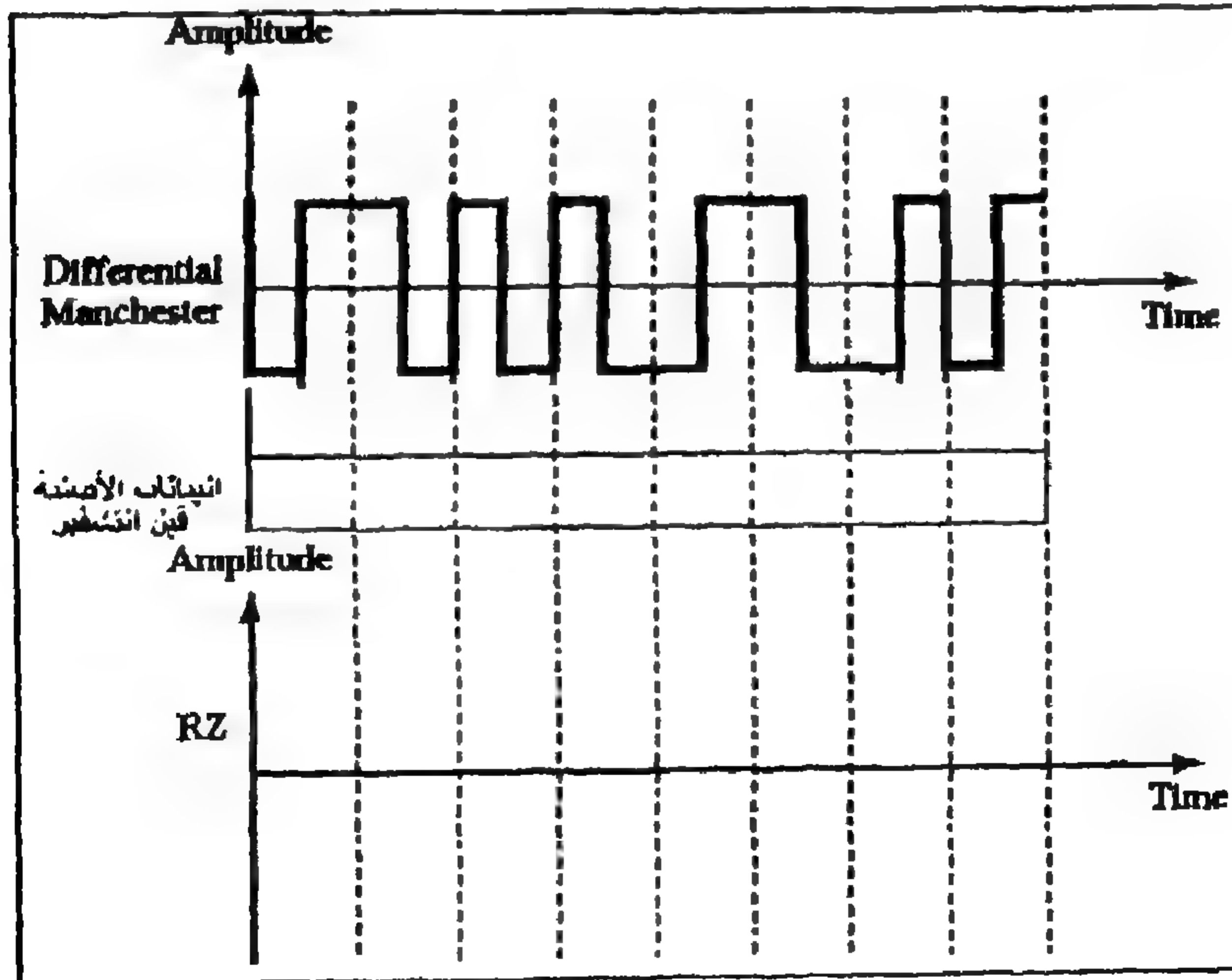


(9) باستخدام تقنية B8ZS وبفرض مستوى الإشارة الموجب للقيمة 1 السابقة أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 10000000010011

(10) باستخدام تقنية HDB3 وبفرض مستوى الإشارة الموجب للقيمة 1 السابقة أجري عملية التشفير لسيل البيانات الرقمية 100000100000010011

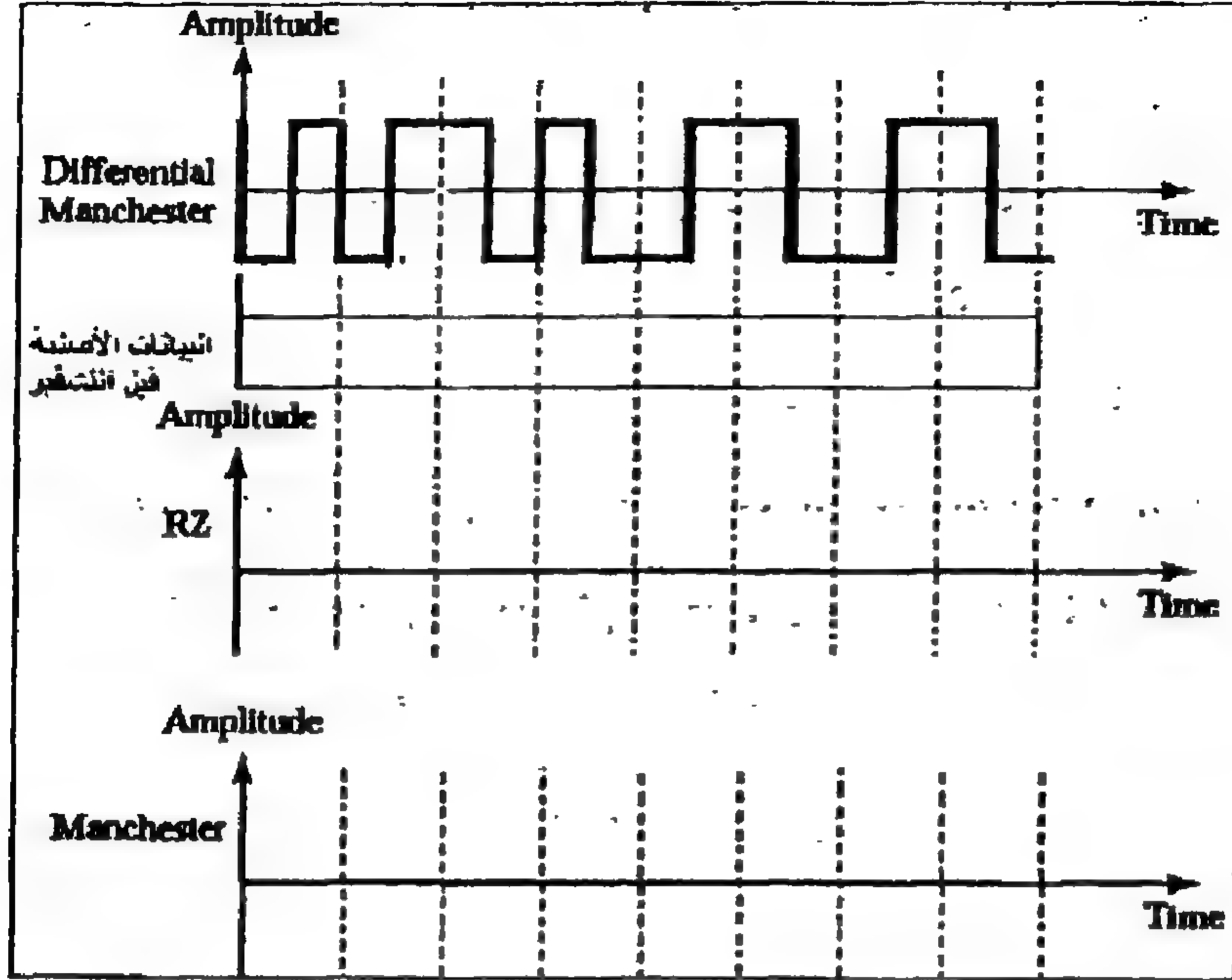
(11) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester .

- أوجد قيمة البيانات الأصلية (original binary data) قبل التشفير .
- ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنية التشفير RZ



(12) الشكل التالي نتيجة استخدام تقنية التشفير Differential Manchester .

- أوجد قيمة البيانات الأصلية (original binary data) قبل التشفير .
- ارسم الإشارة المشفرة في حالة استخدام تقنية التشفير NRZ-I and Manchester

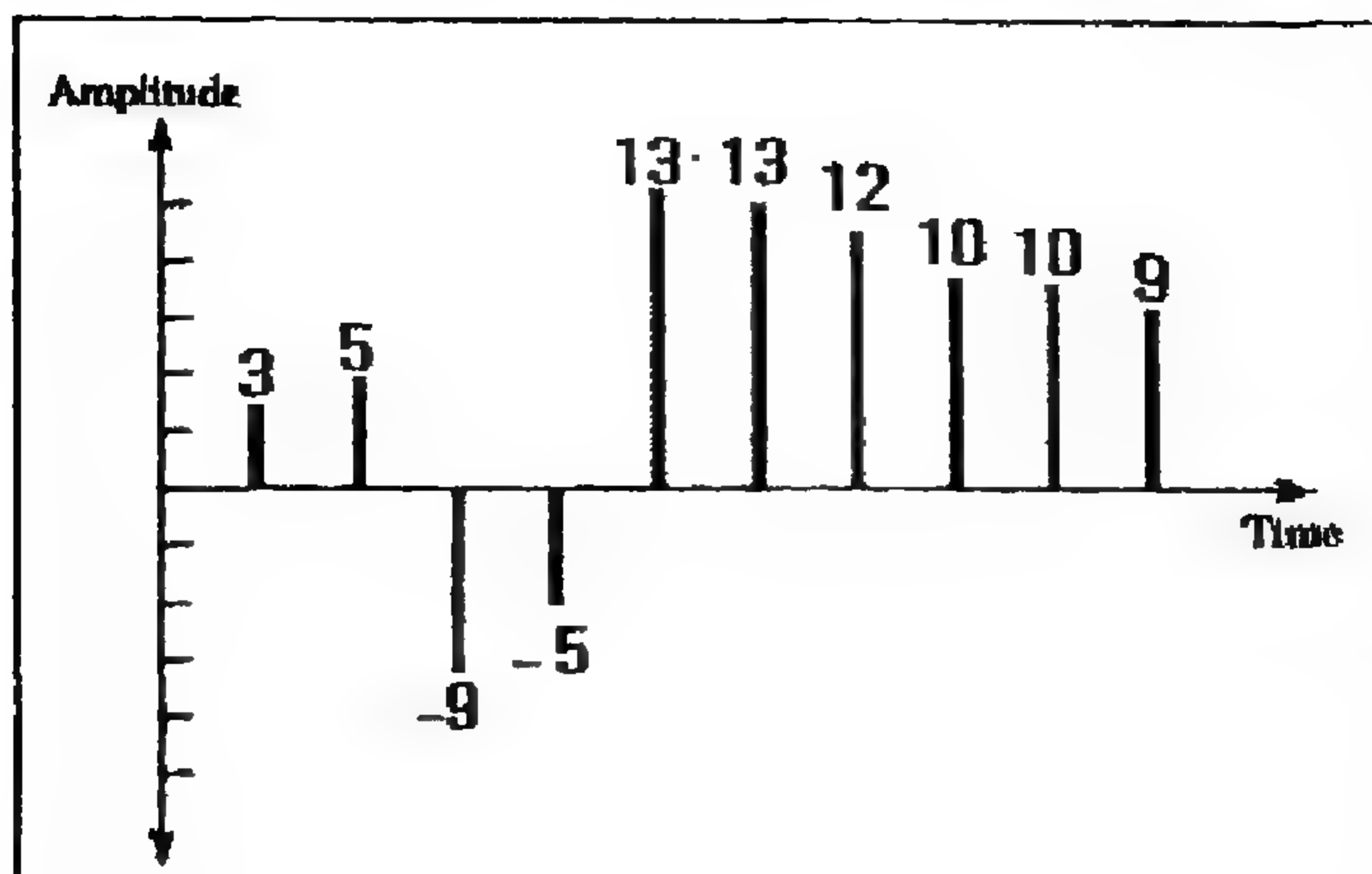


(13) عرف المصطلحات التالية

- Encoding
- Synchronization
- Serial transmissions
- Parallel transmission
- Synchronization
- Quantization
- PAM and PCM

(14) في الشكل التالي تم أخذ عينات من إشارة متصلة باستخدام تقنية PAM. احسب

PCM لأول خمسة عينات



(15) إشارة متصلة تم تقطيعها إلى عينات بواسطة PAM بحيث أن كل عينة تمثل بواسطة 6 مستويات (+0 to +5 and -0 to -5). احسب عدد bits اللازمة لإرسال كل عينة

(16) احسب sampling rate لإشارة مداها الترددي (signal bandwidth) يساوي 10 MHz (from 1 MHz to 11 MHz)

(17) احسب bit rate اللازم لعمل عينات من إشارة صوتية في الحالات التالية

- بفرض 4 bits لكل عينة
- بفرض 8 bits لكل عينة
- بفرض 16 bits لكل عينة

(18) ارسم الإشارة المتصلة لتشفير البيانات الرقمية التالية باستخدام ASK , FSK , PSK and QAM

- 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0
- (00) (11) (10) (01)
- (111) (010) (100) (101) (000)
- (1111) (0011) (1100) (1000)

(19) في إرسال رقمي، نبضة التزامن للمستقبل أسرع 0.3% من نبضة التزامن للإرسال. كم bits إضافي في الثانية يتلقاها المستقبل زيادة عن المرسل إذا كان معدل البيانات

- Data rate = 10 Kbps
- Data rate = 50 Mbps

احسب data rate عند المستقبل

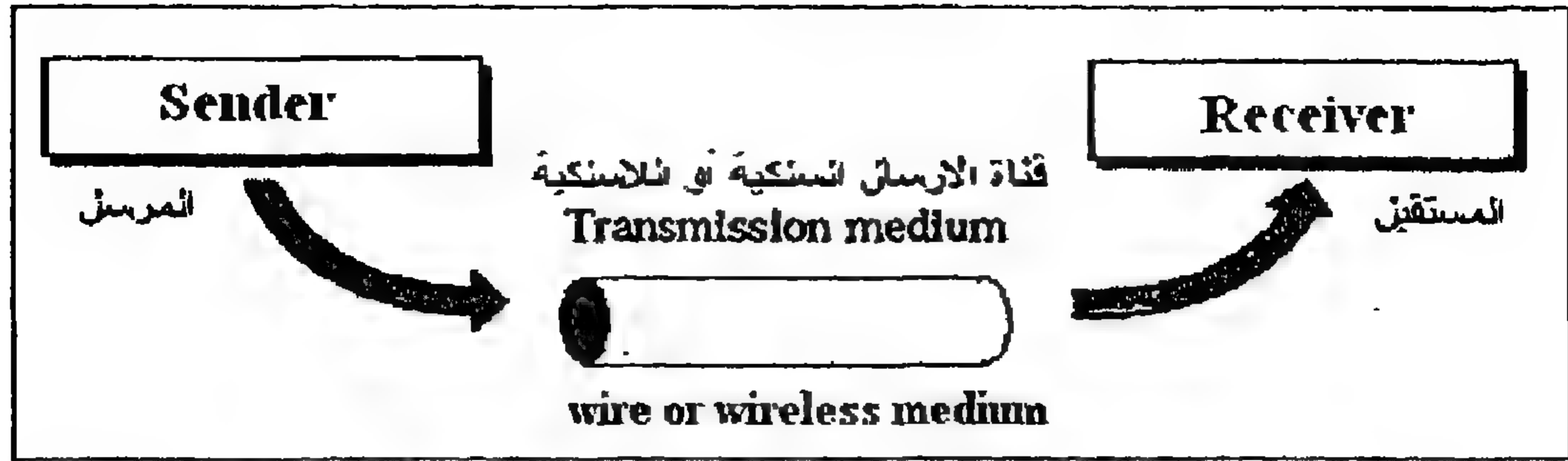
الفصل الثالث وسائط الإرسال **TRANSMISSION MEDIA**

(3.1) مقدمة

الحواسيب وأجهزة الاتصالات تستخدم الإشارات لتمثيل البيانات المراد إرسالها من جهاز إلى جهاز آخر. هذه الإشارات تكون على صورة موجات كهرومغناطيسية تسير خلال وسائط لاسلكية مثل الهواء أو على صورة إشارات كهربائية تسير خلال الأسلاك أو الكابلات أو إشارات ضوئية تسير خلال الألياف الضوئية. الطاقة الكهرومغناطيسية هي مزيج من المجالات الكهربائية والمغناطيسية وتشتمل على: موجات الصوت و موجات الراديو و موجات الميكروويف و الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي و الأشعة فوق البنفسجية وأشعة Gamma وأشعة X والأشعة الكونية.

الشكل رقم 1 يوضح سريان الإشارات من المرسل إلى المستقبل خلال قناة

الإرسال السلكية أو اللاسلكية

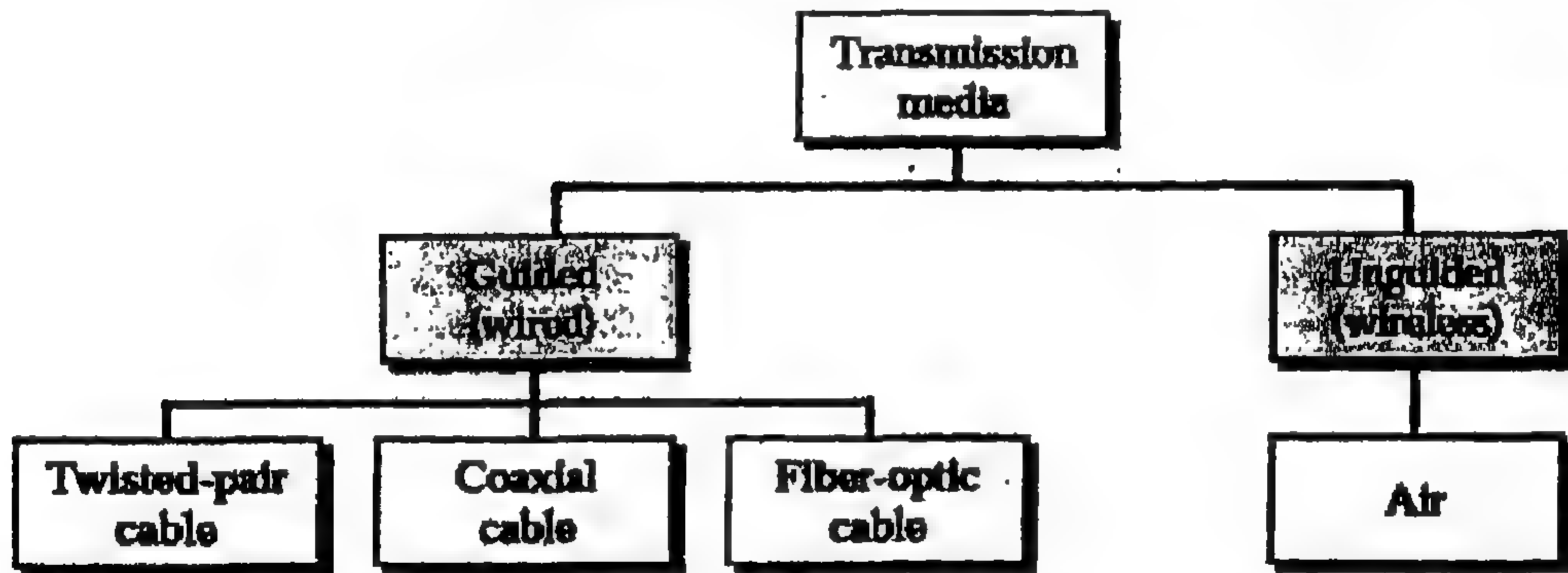


شكل 1: سريان الإشارات من المرسل إلى المستقبل خلال قناة الإرسال السلكية أو اللاسلكية

وسائط (قنوات) الإرسال يمكن تقسيمها إلى نوعين هما :

(1) الوسائط الموجهة (السلكية) Guided media

(2) الوسائط الغير موجهة (اللاسلكية) Unguided media



لتحديد وسائط الإرسال الملائمة مع الإشارات المراد إرسالها يجب معرفة التالي

أولاً: في الإرسال المتصل (analog transmission) : تكون الإشارات متصلة (analog signals) وبالتالي يجب تحديد المدى الترددي للإشارات (signal bandwidth) وذلك لاختيار قناة إرسال لها مدى ترددي (channel bandwidth) أكبر من أو يساوي مجموع المدى الترددي لجميع الإشارات المتصلة المرسله خلال القناة

ثانياً: في الإرسال الرقمي (digital transmission) : تكون الإشارات رقمية (digital signals) وبالتالي يجب تحديد معدل إرسال البيانات (data rate) وذلك لاختيار قناة

إرسال لها معدل سريان للبيانات (channel data rate) أكبر من أو يساوي مجموع data rates لجميع الإشارات الرقية المرسله خلال القناة

3.2 الوسائط الموجهة (السلكية) GUIDED MEDIA

وسائط (قنوات) الإرسال السلكية (guided media) تشمل على الأنواع الثلاثة التالية

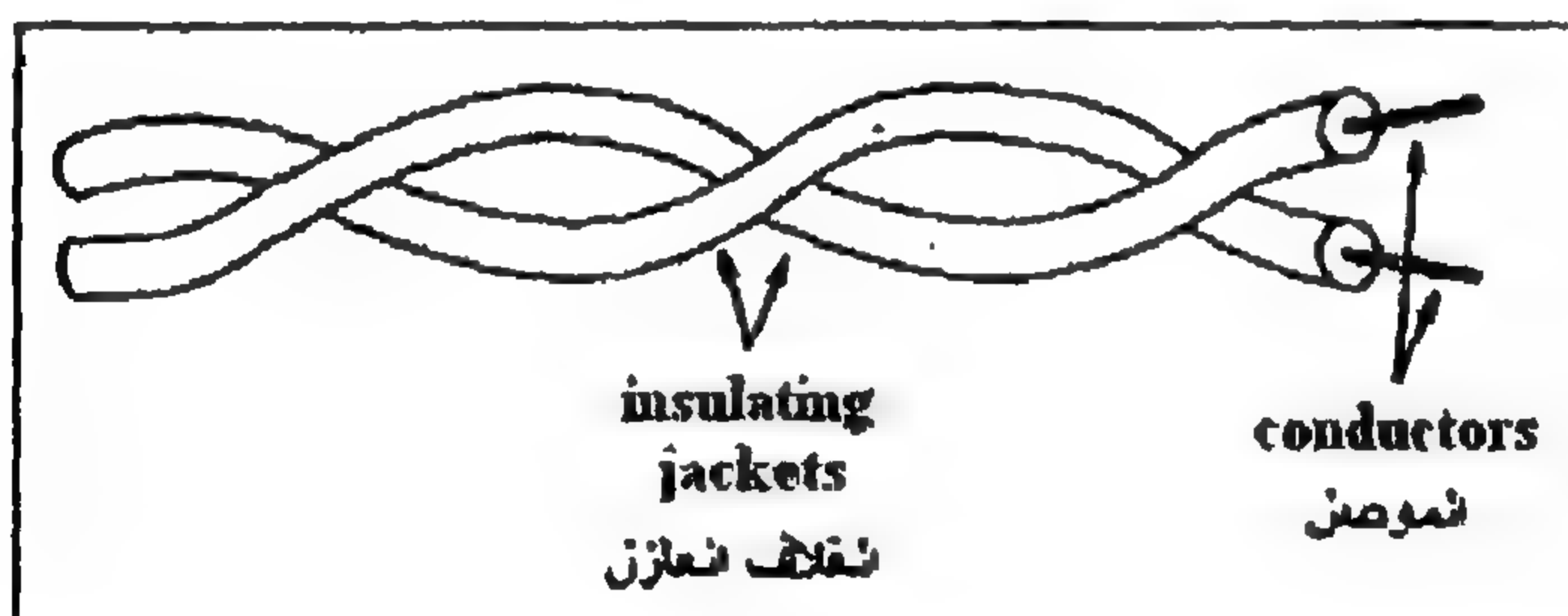
(a) كابلات الأزواج الملتفة Twisted-pair cables

(b) الكابلات المحورية Coaxial cables

(c) الألياف الضوئية Optical fibers

3.2.1 كابلات الأزواج الملتفة Twisted pair cables

كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables) هي عبارة عن موصلين (two conductors) كلاهما معزول بمادة عازلة (insulator). الشكل رقم 2 كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables)



شكل 2 : أسلاك الأزواج الملتفة (twisted-pair cables)

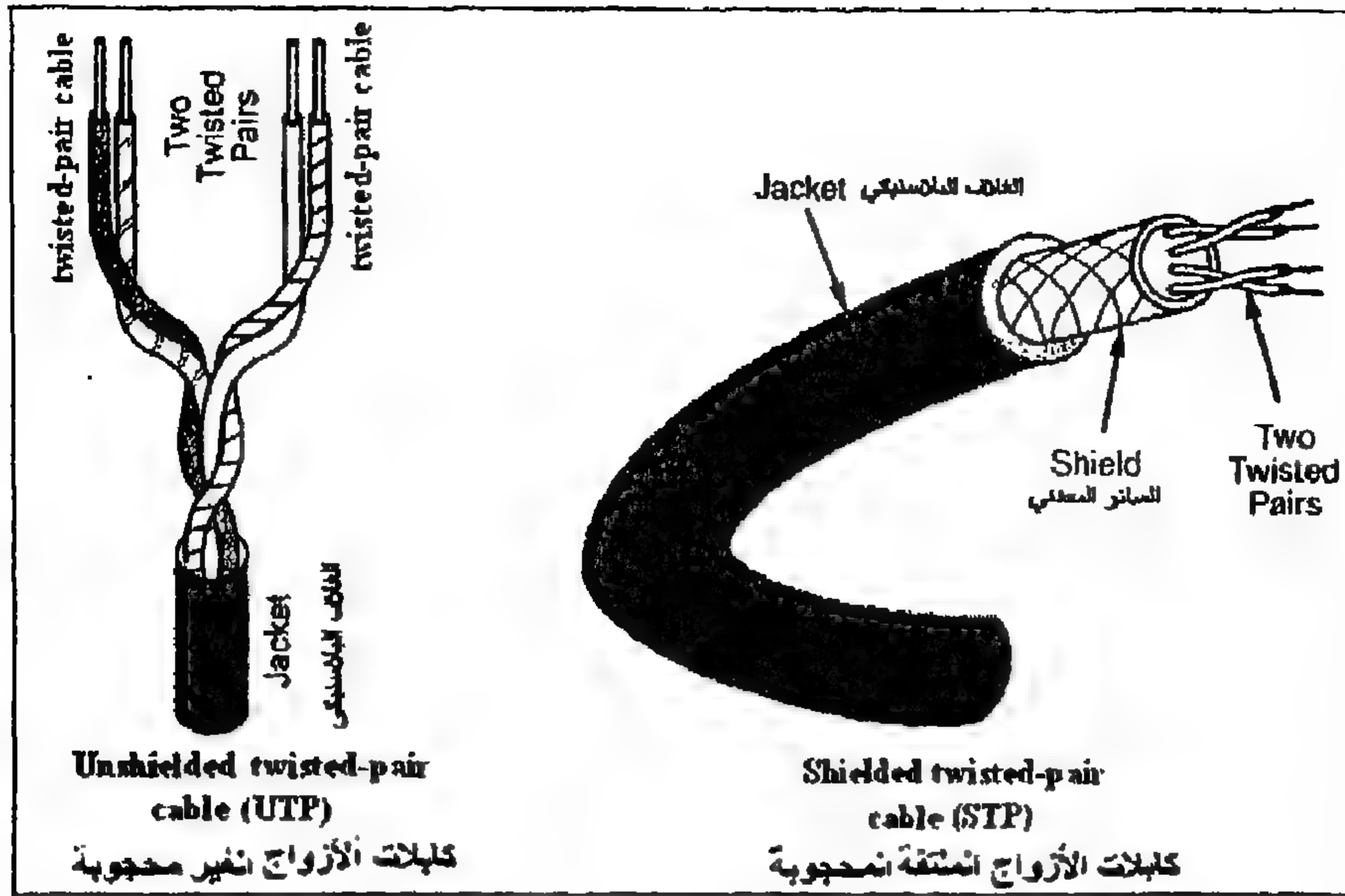
يوجد نوعان أساسيان لكابلات الأزواج المختلفة هما :

(a) كابلات الأزواج الملتفة الغير محجوبة

Unshielded twisted-pair (UTP) cable

(b) كابلات الأزواج الملتفة المحجوبة Shielded twisted-pair (STP) cable

الشكل رقم 3 يوضح أنواع كابلات الأزواج الملتفة



شكل 3: أنواع كابلات الأزواج الملتفة

أصناف كابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة

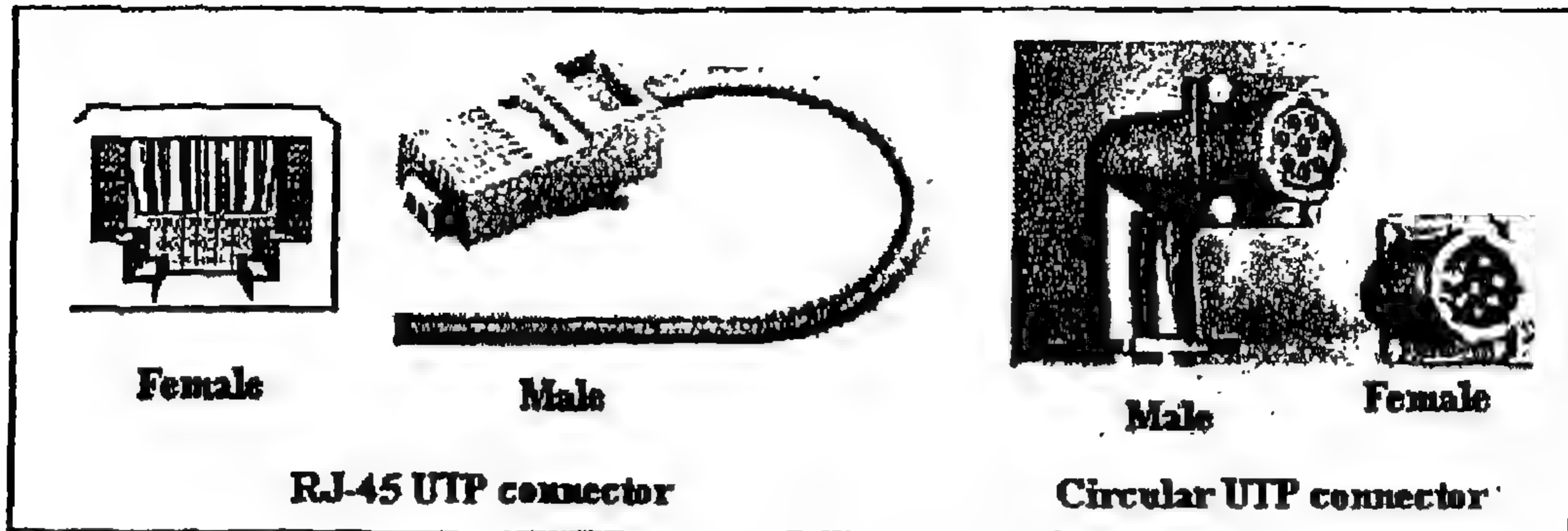
Categories of unshielded twisted-pair (UTP) cables

الجدول رقم 1 يوضح أصناف كابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة

جدول 1: أصناف الأسلاك الملتفة غير المحجوبة

الاصناف	العرض النطاقي	معدل نقل البيانات	نوع الإشارة	مجال التطبيق
Category	Bandwidth	Data rate	Digital/Analog	Application
1	Very low	< 100 Kbps	Analog	Telephone
2	2 MHz	2 Mbps	Analog/digital	
3	16 MHz	10 Mbps	Digital	T-1 line
4	20 MHz	20 Mbps	Digital	LANs
5	100 MHz	100 Mbps	Digital	LANs
6 (draft)	200 MHz	200 Mbps	Digital	LANs
7 (draft)	600 MHz	600 Mbps	Digital	LANs

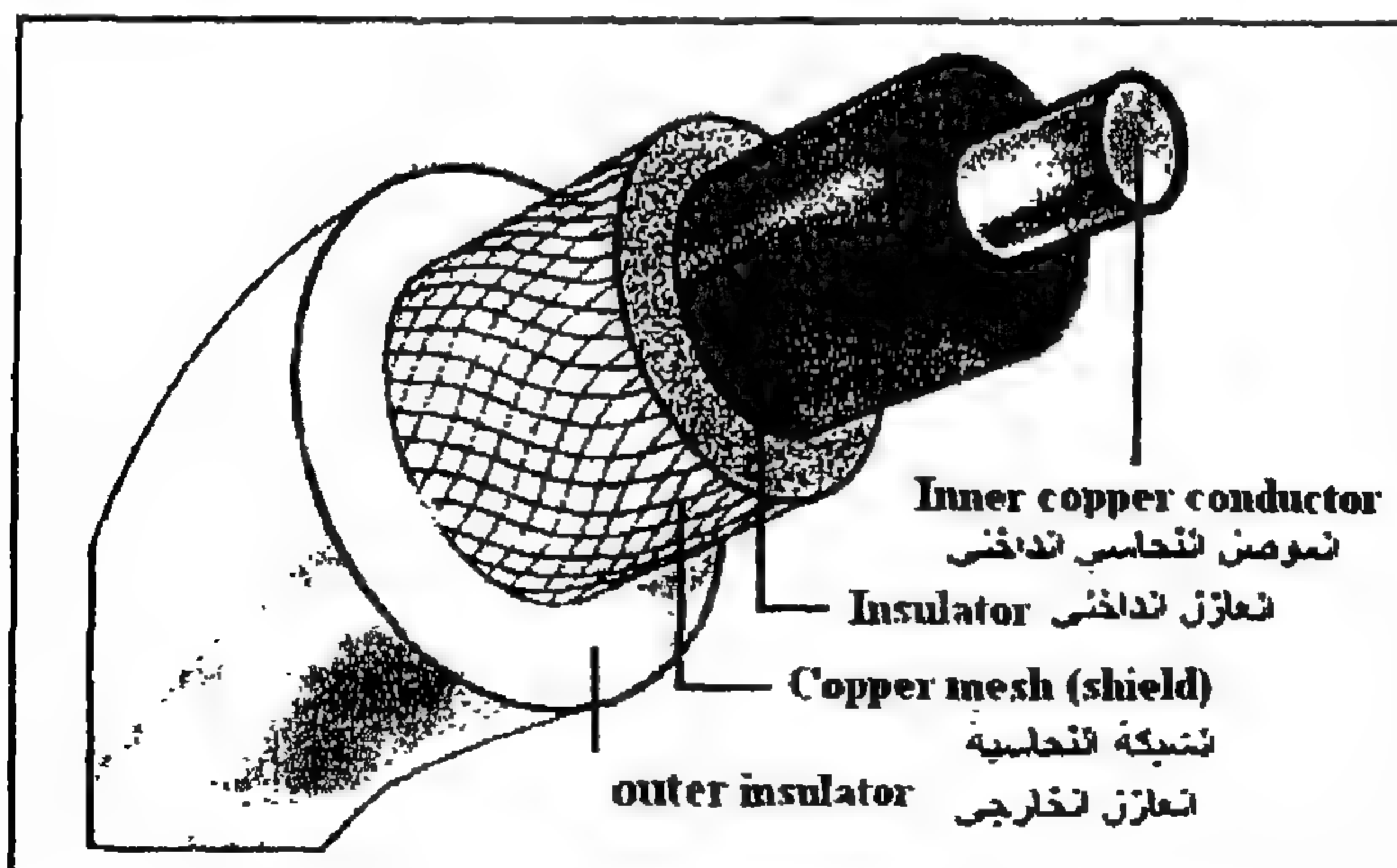
النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة UTP connector
الشكل رقم 4 يوضح شكل النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة غير المحجوبة
(UTP connectors) والتي تحتوي على ثمانية أطراف



شكل 4 : شكل النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتفة
غير المحجوبة (UTP connectors)

3.2.2 الكابلات المحورية Coaxial Cables

الكابلات المحورية (coaxial cables) تحمل الإشارات عالية التردد مقارنة بالكابلات
الملتفة (twisted-pair cables). الشكل رقم 5 يوضح أجزاء Coaxial cable



شكل 5: أجزاء Coaxial cable

حيث الترددات المستخدمة مع الكابلات المحورية يمكن للكابلات المحورية أن تحمل إشارات ذو مجالات ترددية أعلى من كابلات الأزواج الملتفة. الشكل رقم 6 يوضح المدى الترددي للكابلات المحورية. من الشكل يتضح أن الكابلات المحورية لها مدى ترددي من 100 KHz إلى 500 MHz أي أنه يسمح بمرور الإشارات التي ترددها محصور داخل هذا المدى



شكل 6 : المدى الترددي للكابلات المحورية

أنصاف الكابلات المحورية Categories of coaxial cables

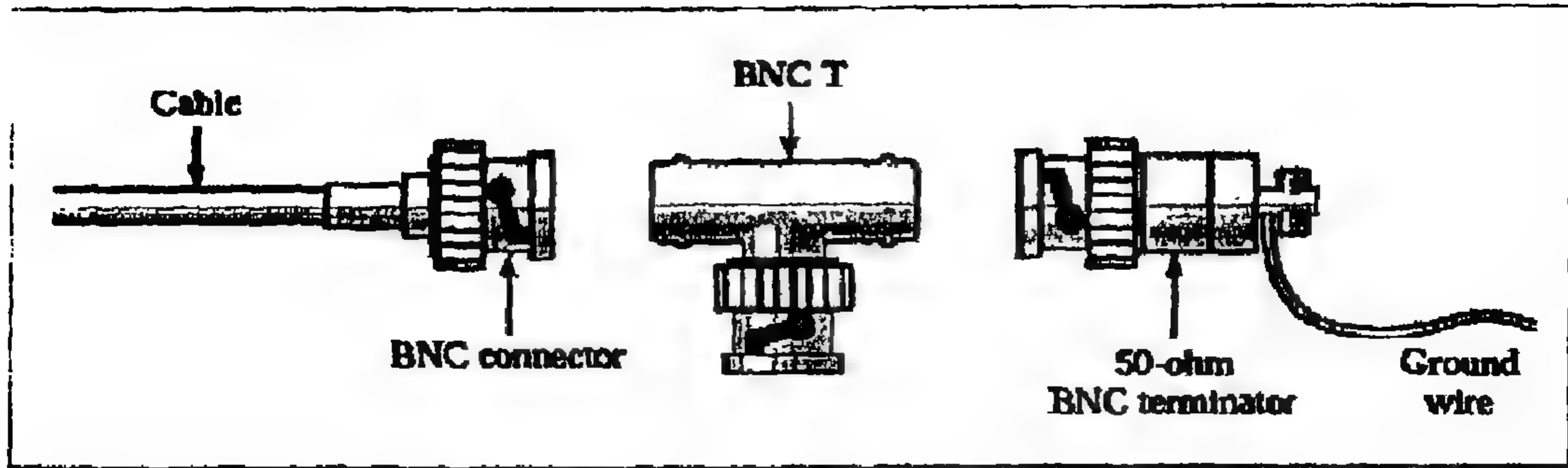
يوجد أنصاف متعددة من الكابلات المحورية بعضها يستخدم في الكابلات المتصلة بأجهزة التليفزيون والبعض الآخر يستخدم في الشبكات. الجدول رقم 2 يوضح أنصاف الكابلات المحورية ومقاومتها الداخلية ومجال استخدام كل منها

جدول 2 : أنصاف الكابلات المحورية ومقاومتها الداخلية ومجال استخدام كل منها

Category	Impedance	Use
RG-59	75 Ω	Cable TV
RG-58	50 Ω	Thin Ethernet
RG-11	50 Ω	Thick Ethernet

النهايات الطرفية للكابلات المحورية BNC connectors

الشكل رقم 7 يوضح أشكال النهايات الطرفية للكابلات المحورية

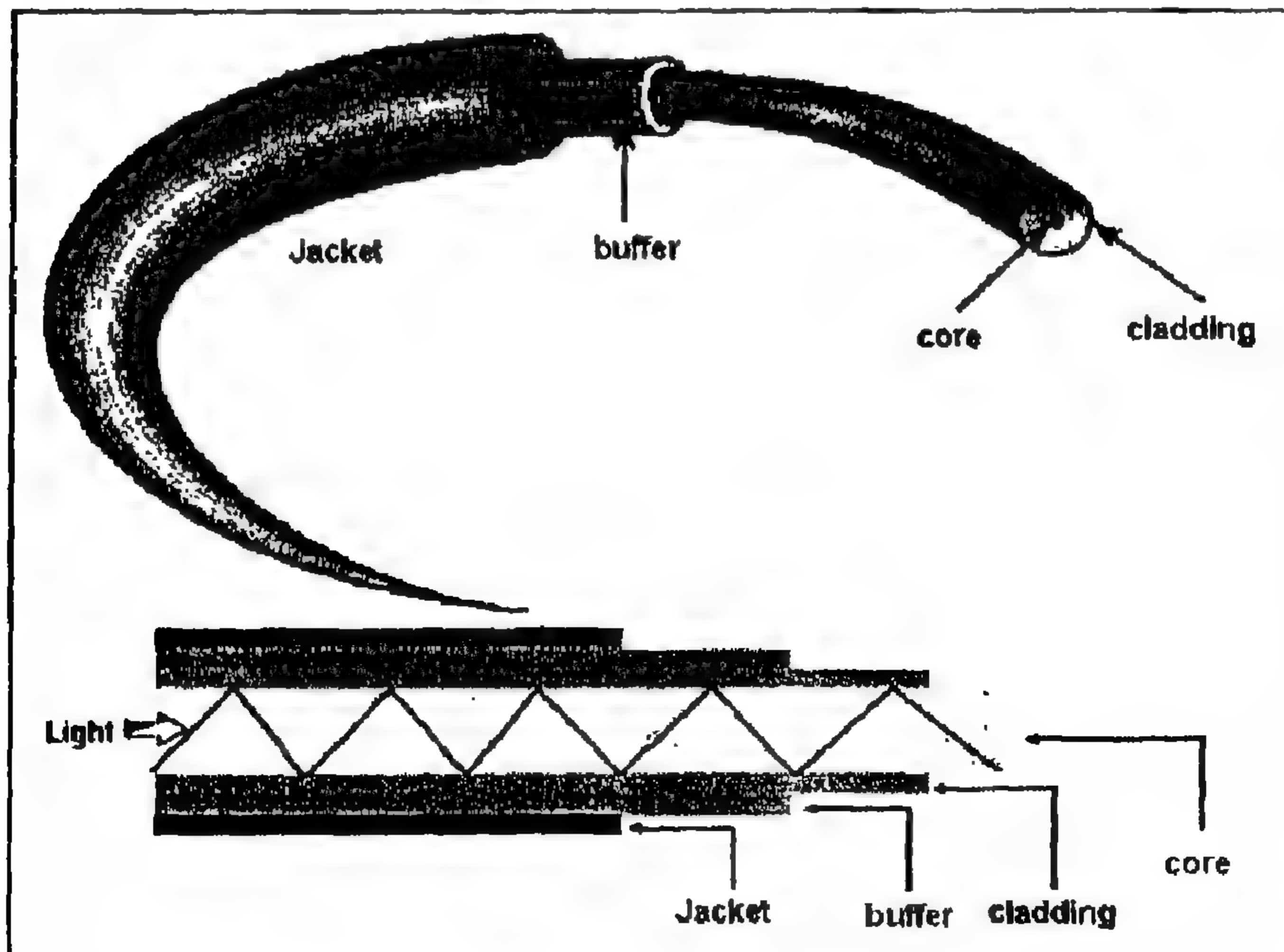


شكل 7 : أشكال النهايات الطرفية للكابلات المحورية

3.2.3 الألياف الضوئية Optical fibers

في الكابلات الملتفة (twisted-pair cables) والكابلات المحورية (coaxial cables) تكون الإشارات المرسلّة في صورة تيار كهربائي (إشارة كهربية) يسير في الكابلات. في الألياف الضوئية تكون الإشارات المرسلّة في صورة ضوء يسير في الألياف الضوئية. يتكون optical fiber cable من : Core, Cladding, Buffer, and Jacket .







الشكل رقم 8 يوضح أجزاء الألياف الضوئية (optical fiber cables)



شكل 8 : أجزاء الألياف الضوئية (optical fiber cables)

Fiber-optic cable connectors النهايات الطرفية لكابلات الألياف الضوئية

الجدول 3 رقم يوضح أشكال وبعض المواصفات الفنية وتطبيقات الاستخدام للنهايات الطرفية للألياف الضوئية

Connector	Insertion Loss	Repeatability	Fiber Type	Applications
 FC	0.50-1.00 dB	0.20 dB	SM, MM	Datacom, Telecommunications
 FDDI	0.20-0.70 dB	0.20 dB	SM, MM	Fiber Optic Network
 LC	0.15 db (SM) 0.10 dB (MM)	0.2 dB	SM, MM	High Density Interconnection
 MT Array	0.30-1.00 dB	0.25 dB	SM, MM	High Density Interconnection
 SC	0.20-0.45 dB	0.10 dB	SM, MM	Datacom
 SC Duplex	0.20-0.45 dB	0.10 dB	SM, MM	Datacom

Optical fiber communication systems أنظمة اتصالات الألياف الضوئية

أنظمة الألياف الضوئية تستخدم نبضات ضوئية لإرسال المعلومات خلال خطوط الألياف الضوئية بدلا من النبضات الكهربائية خلال خطوط الكابلات النحاسية. الشكل رقم 9 يوضح نظام الاتصالات باستخدام الألياف الضوئية

Coder:

يقوم بتحويل البيانات المتصلة إلى إشارات رقمية (نبضات)

Light source

يقوم بتحويل الإشارات الرقمية (النبضات) إلى إشارة ضوئية

Optical fiber cable

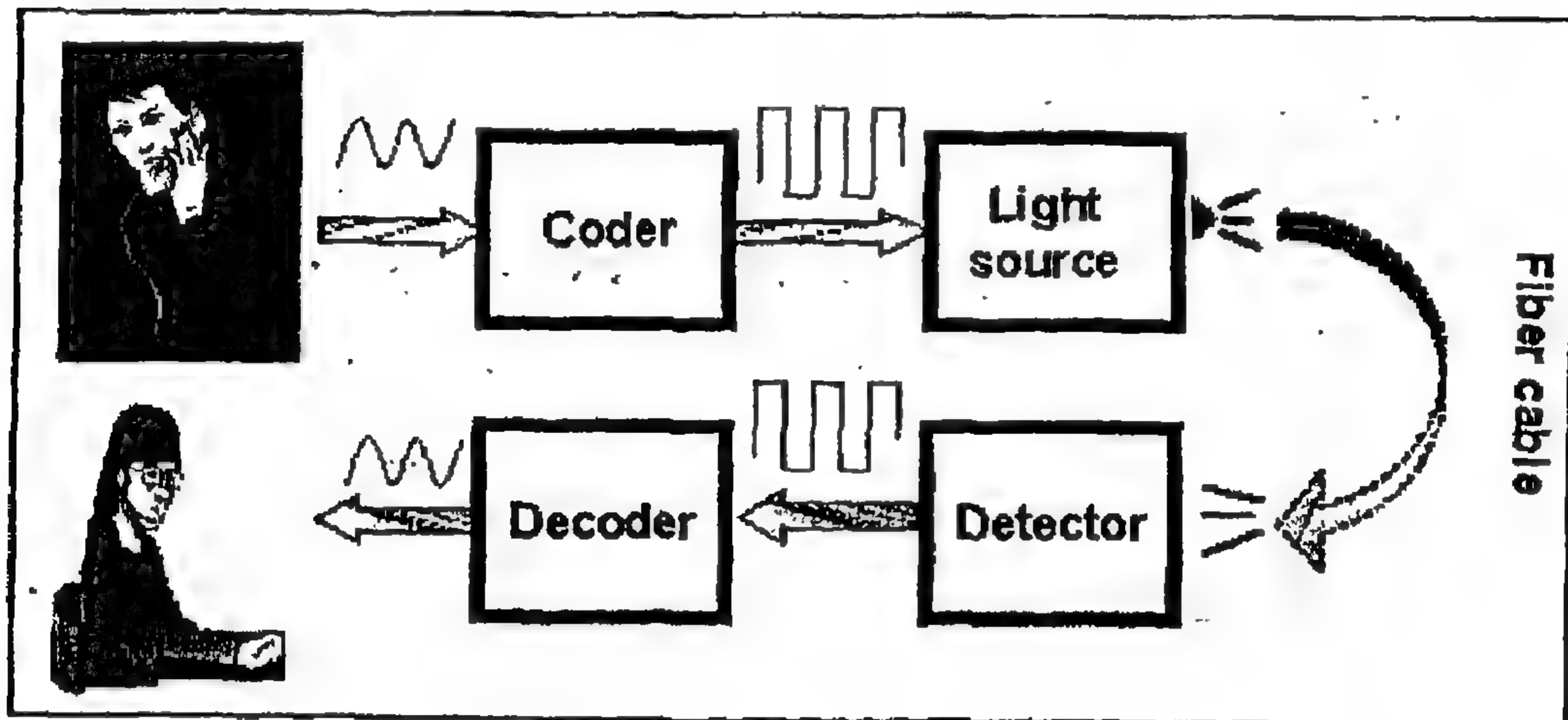
يستخدم لنقل الإشارة الضوئية من جهاز الإرسال إلى جهاز الاستقبال

Detector

يستخدم لتحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة رقمية (نبضات)

Decoder

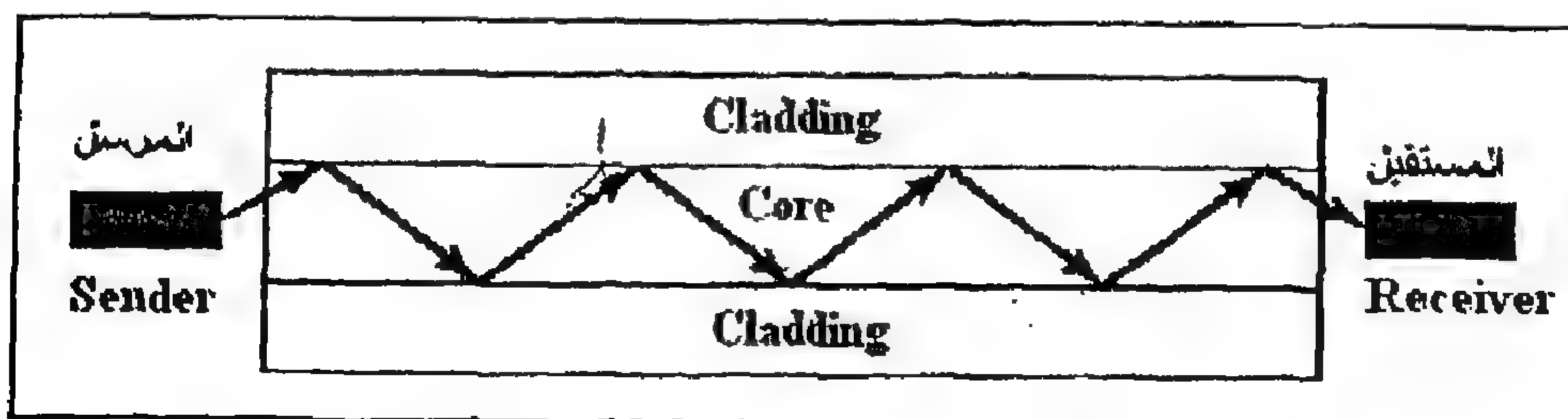
يقوم بتحويل الإشارة الرقمية إلى بيانات متصلة لعرضها على المستخدم



شكل 9 : نظام الاتصالات باستخدام كابلات الألياف الضوئية

الشكل رقم 10 يوضح انتقال الإشارة الضوئية من المرسل إلى المستقبل

وانحصارها داخل طبقة Core



شكل 10 : انتقال الإشارة الضوئية من المرسل إلى المستقبل

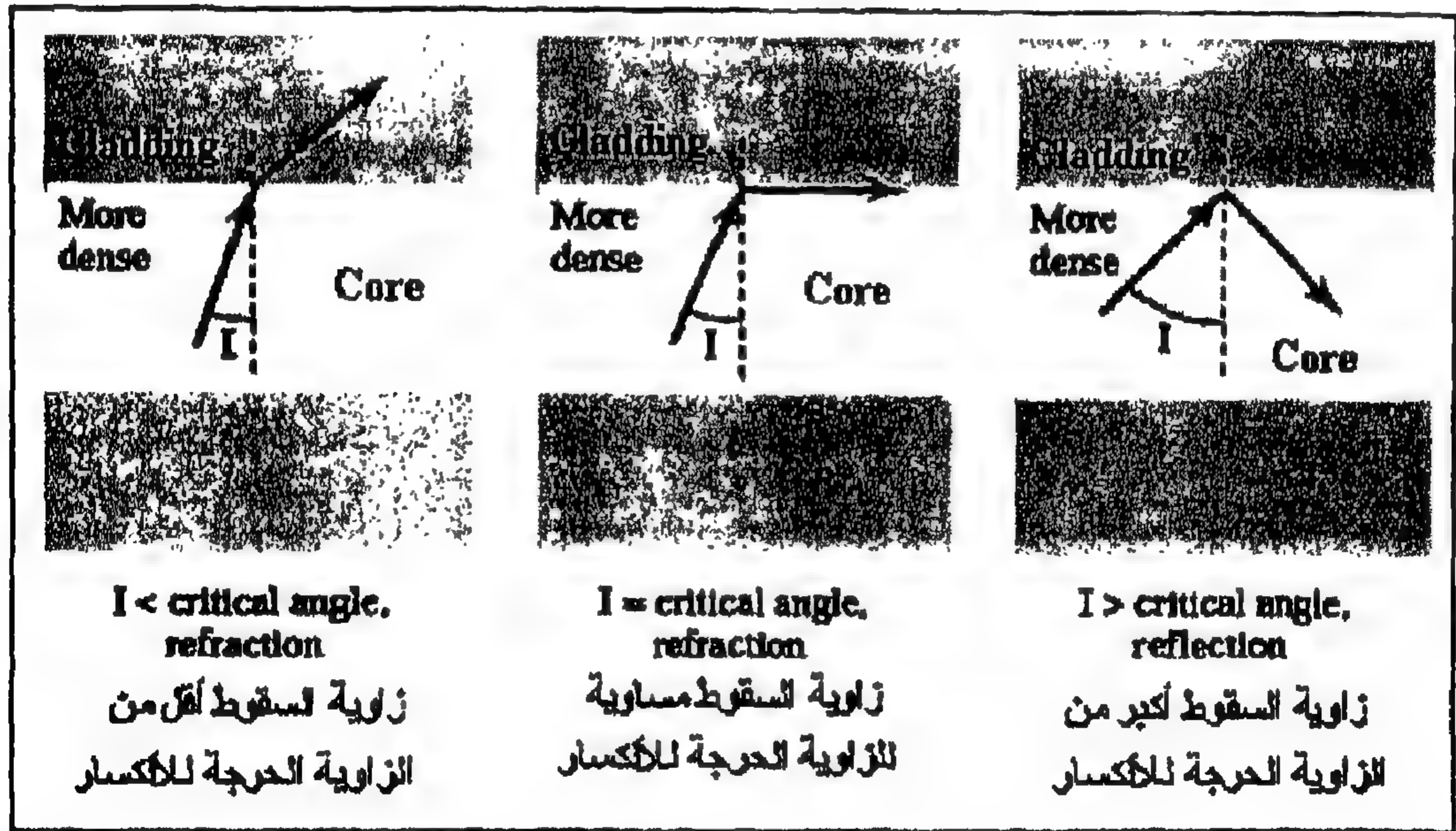
وانحصارها داخل طبقة Core

هناك ثلاثة عوامل تحدد مدى انحصار الأشعة داخل Core:

- (1) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على طبقة Core (θ or I)
- (2) معامل الانكسار (Refractive index) لطبقة Core (N_1)
- (3) معامل الانكسار (Refractive index) لطبقة Cladding (N_2)

زاوية السقوط الحرجة

هي زاوية سقوط الشعاع الضوئي على طبقة core والتي تؤدي إلى سريان الشعاع الضوئي خلال السطح الفاصل بين طبقتي core and cladding. الشكل رقم 11 يوضح حالات زاوية سقوط الشعاع الضوئي على مادة core ومدى تأثيرها على انحصار الشعاع الضوئي داخل طبقة core



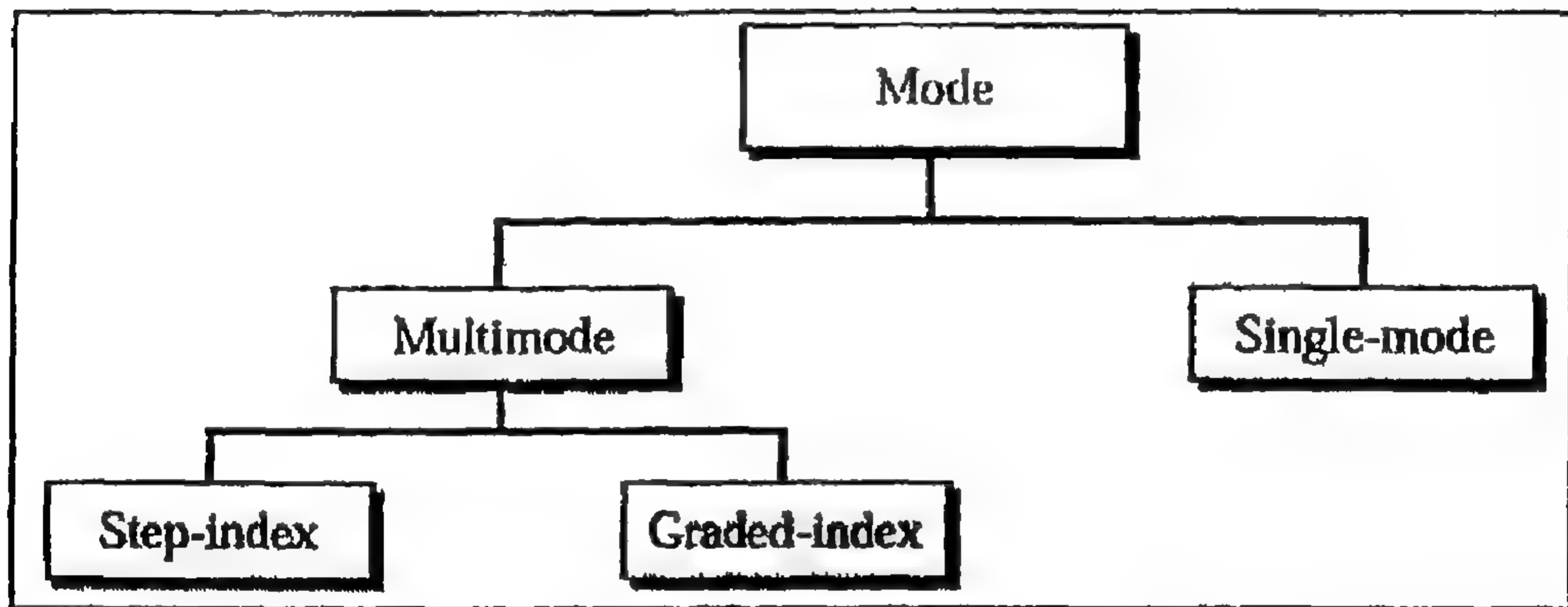
شكل 11: حالات زاوية سقوط الشعاع الضوئي على مادة core

إذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي < الزاوية الحرجة يسير الشعاع الضوئي خلال طبقة core وإذا كانت زاوية سقوط الشعاع الضوئي > الزاوية الحرجة يخترق الشعاع الضوئي طبقة core وينتقل خلال طبقات cladding والذي يؤدي إلى فقد هذا الشعاع.

في الاتصالات يجب أن تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي على طبقة core أكبر من الزاوية الحرجة حتى يمكن للضوء أن يسير خلال طبقة core.

أنماط انتشار الإشارة الضوئية Propagation modes

يوجد نمطان أساسيان لانتشار الضوء خلال الألياف الضوئية وكلاهما يعتمد على الخصائص المادية للألياف الضوئية. النوع الأول يسمى multimode والثاني يسمى single mode. النوع الأول يتم تنفيذه من خلال شكلان هما step-index and graded index. الشكل رقم 12 يوضح أنماط انتشار الضوء خلال الألياف الضوئية



شكل 12 : أنماط انتشار الضوء خلال الألياف الضوئية

multimode (a)

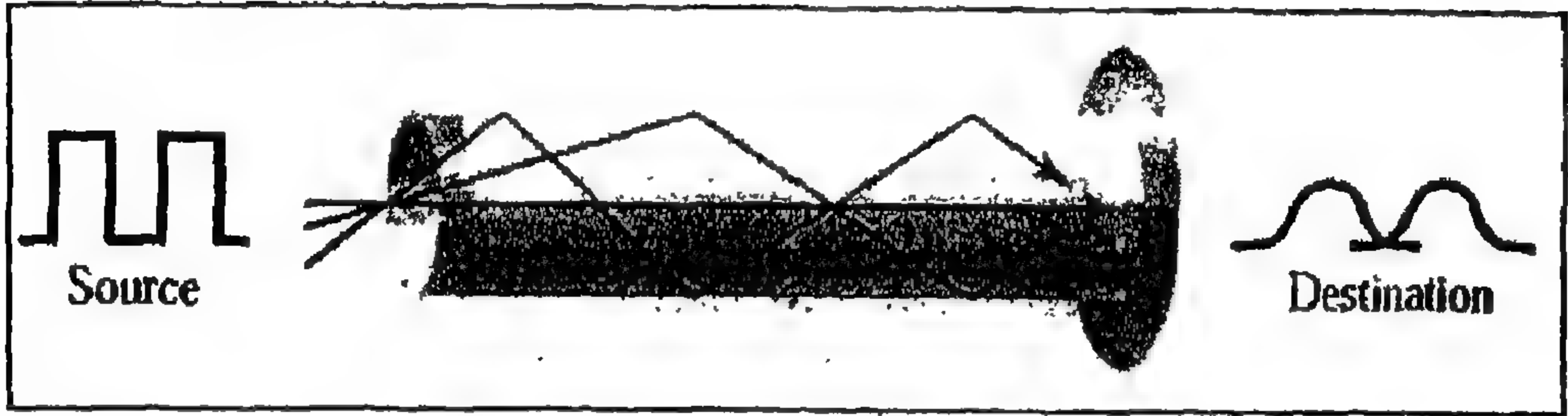
في هذا النمط يتحرك أكثر من شعاع ضوئي خلال طبقة core في مسارات مختلفة اعتماداً على هيكل core.

Multimode step-index fiber

في حالة multimode step-index fiber يكون core density ثابتاً من المركز إلى الحافة (from center to edge). الشعاع الضوئي يتحرك خلال constant density في خطوط مستقيمة حتى يصل إلى السطح الفاصل بين core

and cladding. عند السطح الفاصل يوجد تغير مفاجئ إلى lower density والذي يغير من زاوية حركة الشعاع.

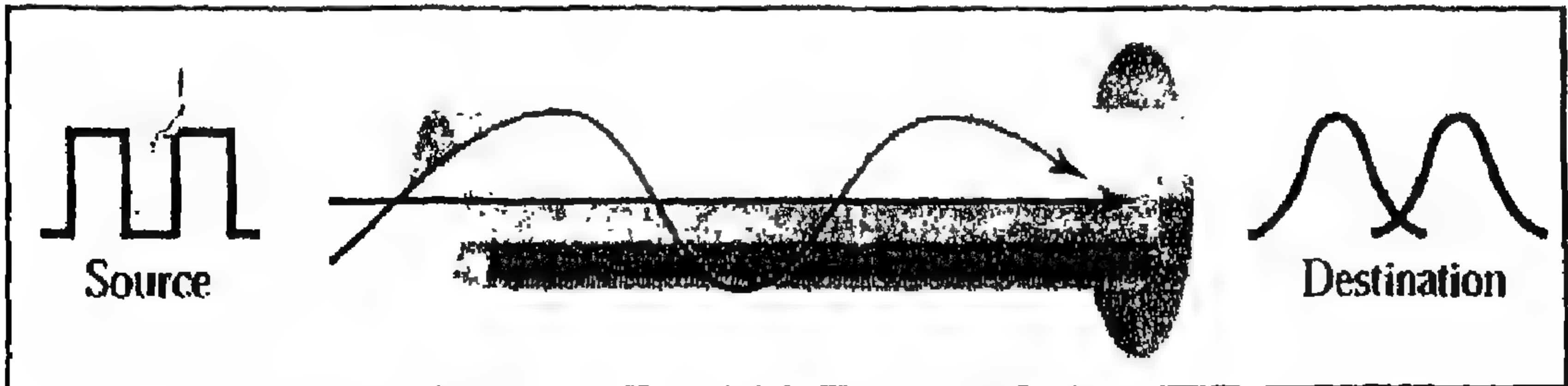
المصطلح step-index يرمز إلى هذا التغير المفاجئ. الشكل رقم 13 يوضح أنه يوجد عدد من الأشعة تنقل خلال step-index fiber. بعض الأشعة تنقل في خط مستقيم في منتصف core وتصل إلى destination بدون وجود انعكاس (reflection) أو انكسار (refraction)



شكل 13 : Multimode step-index optical fiber

Multimode graded-index fiber

في هذا النمط من الألياف الضوئية يكون density متغيرة حيث تكون density عالية جدا عند مركز طبقة core وتقل تدريجياً حتى تكون صغيرة جداً عند حافة طبقة core. الشكل 14 يوضح تأثير تغير density على انتشار الأشعة الضوئية خلال طبقة core. الشعاع الأفقي (زاوية سقوط تساوي صفر) يتحرك في خط مستقيم خلال constant density في المركز. الأشعة عند زوايا السقوط الأخرى يحدث لها انكسار (refraction) في شكل خط منحنى

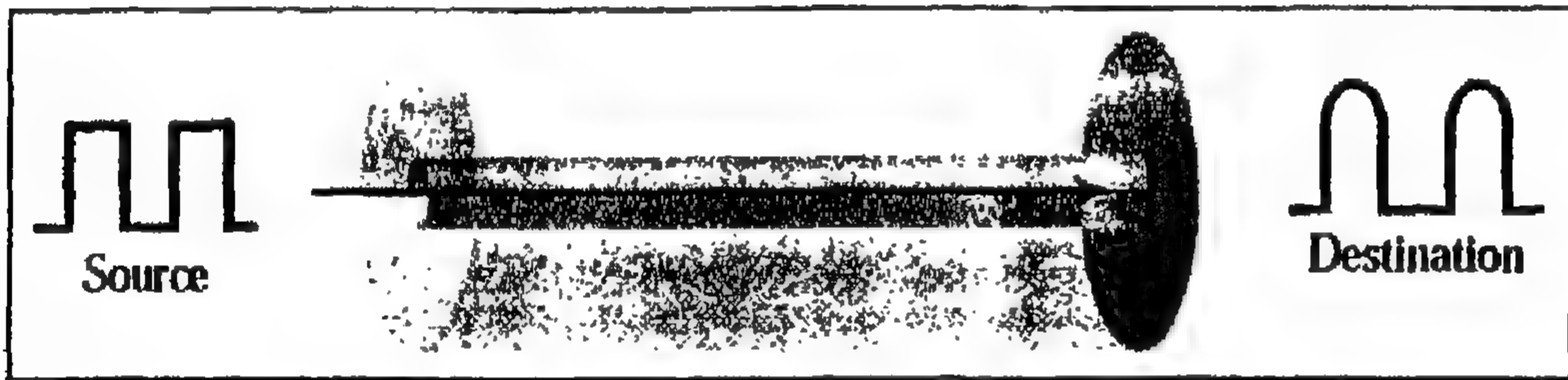


شكل 14 : Multimode graded-index optical fiber

single mode (b)

هذا النمط من انتشار الأشعة يستخدم step-index fiber مع وجود مصدر ضوئي يركز الأشعة في زوايا سقوط صغيرة جداً قريبة من الصفر. قطر (diameter) single-mode fiber يكون صغيراً جداً مقارنة بكابلات multimode fibers والتي يكون لها معامل انكسار صغير (low density). صغر معامل الانكسار (density) يجعل زاوية السقوط الحرجة تقترب من 90 درجة والذي يجعل سريان الشعاع في اتجاه مستقيم خلال طبقة core.

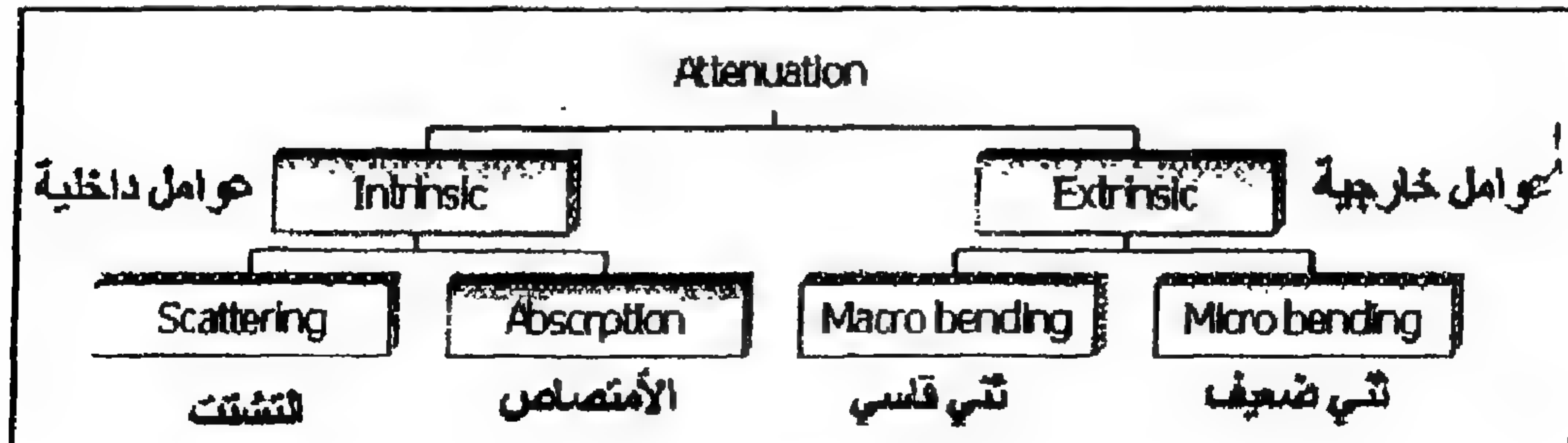
في هذا النمط يكون انتشار عدة أشعة غالباً متماثل مع وجود زمن تأخير صغير جداً يمكن إهماله. جميع الأشعة تصل إلى destination معا ويمكن إعادة تجميعها بدون حدوث تشويه للإشارة. الشكل رقم 15 يوضح سريان الشعاع الضوئي خلال single-mode fiber



شكل 15 : سريان الشعاع الضوئي خلال single-mode optical fiber

مصادر فقد القدرة في الألياف الضوئية Fiber Optics Losses

الشكل رقم 16 يوضح مصادر فقد القدرة losses في كابلات الألياف الضوئية



شكل 16 : مصادر فقد القدرة losses في كابلات الألياف الضوئية

مزايا كابلات الألياف الضوئية

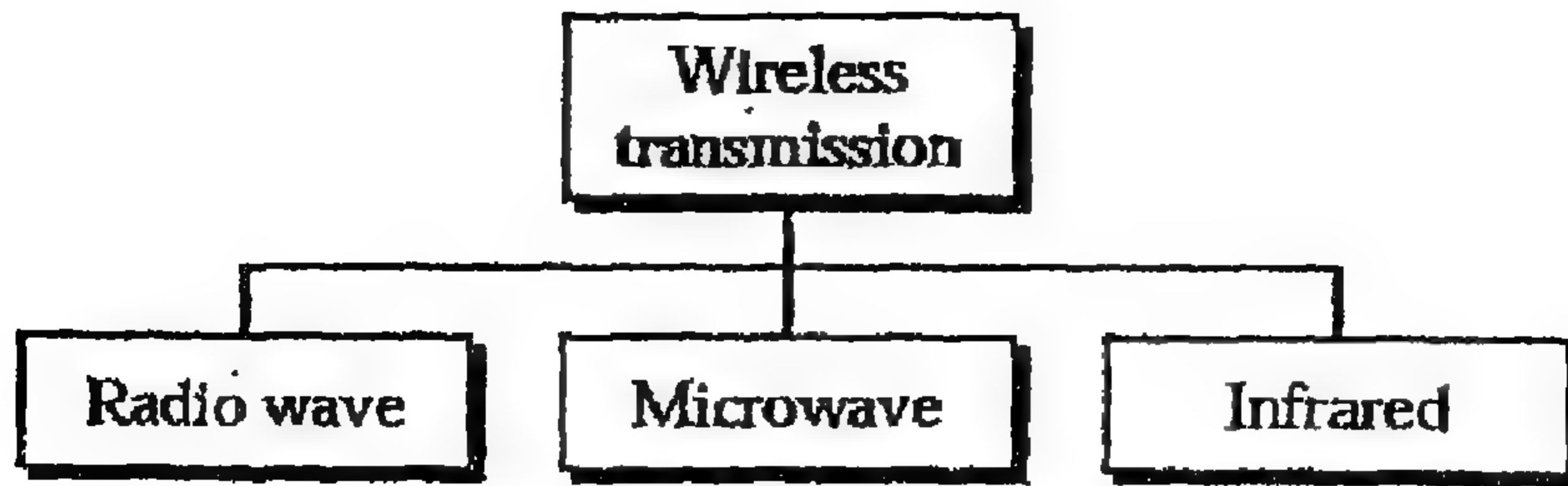
- أقل سمكا Thinner
- أقل وزنا Lightweight
- تستخدم إشارات ضوئية Light signals
- لها قدرة استيعابية عالية لنقل معلومات كثيرة Higher carrying capacity
- أقل استهلاكاً للطاقة Low power
- مرنة Flexible
- لا تشتعل Non-flammable

عيوب الألياف الضوئية

- التكلفة Cost
- الألياف الضوئية أعلى تكلفة من الكابلات المحورية وكابلات الأزواج الملتفة
- التركيب والصيانة Installation and maintenance
- أي خدوش في طبقة core تؤدي إلى تشتت الأشعة الضوئية وبالتالي فإن optical fiber يجب أن تتقي من أي شوائب أو خدوش. التوصيلات الملحقة بكابلات الألياف الضوئية يجب أن تكون ملائمة (matched) لطبقة core حتى لا يؤدي إلى فقد الطاقة الضوئية في حالة عدم الملائمة
- سهولة الكسر (هشة) Fragility
- كابلات الألياف الضوئية أكثر عرضة للكسر مقارنة بالكابلات المحورية وكابلات الأزواج الملتفة

3.3 الوسائط الغير موجهه (لاسلكية) UNGUIDED MEDIA

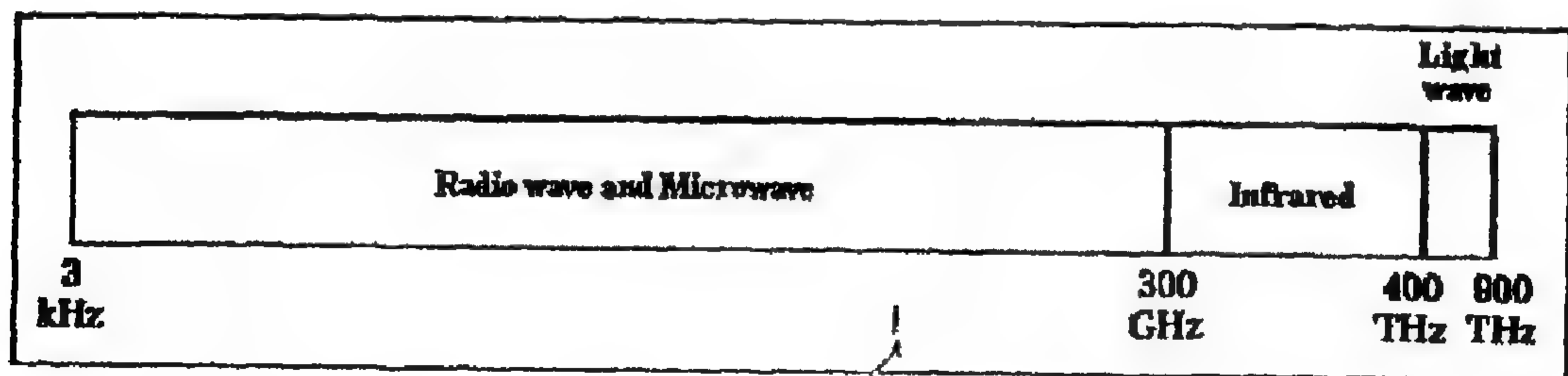
تستخدم الوسائط الغير موجهه لنقل موجات الراديو Radio waves وموجات الميكروويف Microwave وإشارات الأشعة تحت الحمراء Infrared signals



موجات الراديو (Radio waves) تستخدم في الاتصالات الموزعة (أنظمة الإرسال والاستقبال التليفزيوني). موجات الميكروويف (Microwave) تستخدم في الاتصالات الموجهة (المتجه إلى مكان محدد) مثل التليفونات الخلوية وشبكات الأقمار الصناعية وشبكات الاتصال المحلية والمتوسطة والمتسعة (LAN, MAN and WAN) والرادارات.

موجات الأشعة تحت الحمراء تستخدم في الاتصالات قصيرة المدى في الأماكن المغلقة باستخدام خاصية الانتشار عبر خط الرؤية (line-of-sight propagation)

طيف الموجات الكهرومغناطيسية لوسائط النقل اللاسلكية
الشكل رقم 17 يوضح الطيف الترددي للموجات الكهرومغناطيسية



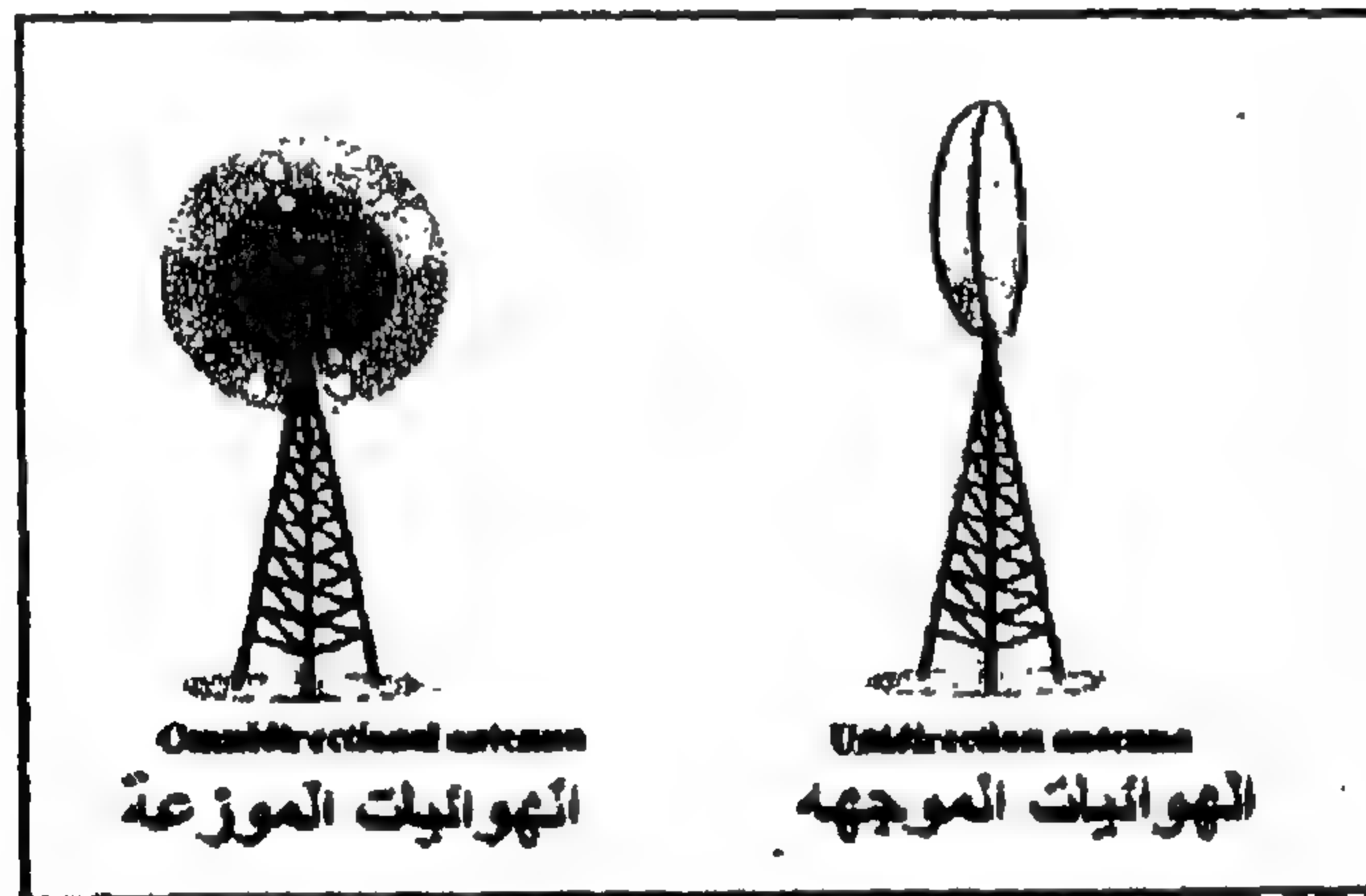
شكل 17 : الطيف الترددي للموجات الكهرومغناطيسية

3.4 الهوائيات الموزعة والهوائيات الموجهة

OMNI DIRECTIONAL AND UNIDIRECTIONAL ANTENNAS

الهوائيات الموزعة (Omni directional antennas) تستخدم في الاتصالات الموزعة حيث أن القدرة تنتشر في كل الاتجاهات بقيم متساوية. تستخدم الهوائيات الموزعة في الإرسال البثليوني حيث أن الإرسال يوزع بالتساوي في جميع الاتجاهات (Broadcasting).

الهوائيات الموجهة (Unidirectional antennas) تستخدم في الاتصالات الموجهة حيث أن القدرة يتم تركيزها في اتجاه معين وليس في كل الاتجاهات. تستخدم الهوائيات الموجهة في الإرسال الراداري والإرسال من المحطات الأرضية إلى الأقمار الصناعية. الشكل رقم 18 يوضح شكل الهوائيات الموزعة والهوائيات الموجهة.



شكل 18: الهوائيات الموزعة والهوائيات الموجهة

3.5 انتشار الموجات

PROPAGATION OF WAVES

الموجات تستخدم خمس أنواع من الانتشار: انتشار أرضي (surface propagation) وانتشار خلال طبقة التروبوسفير troposphere وانتشار خلال طبقة الأيونوسفير ionosphere وانتشار خط الرؤية line-of sight والانتشار الفراغي space propagation

الانتشار الأرضي ground propagation

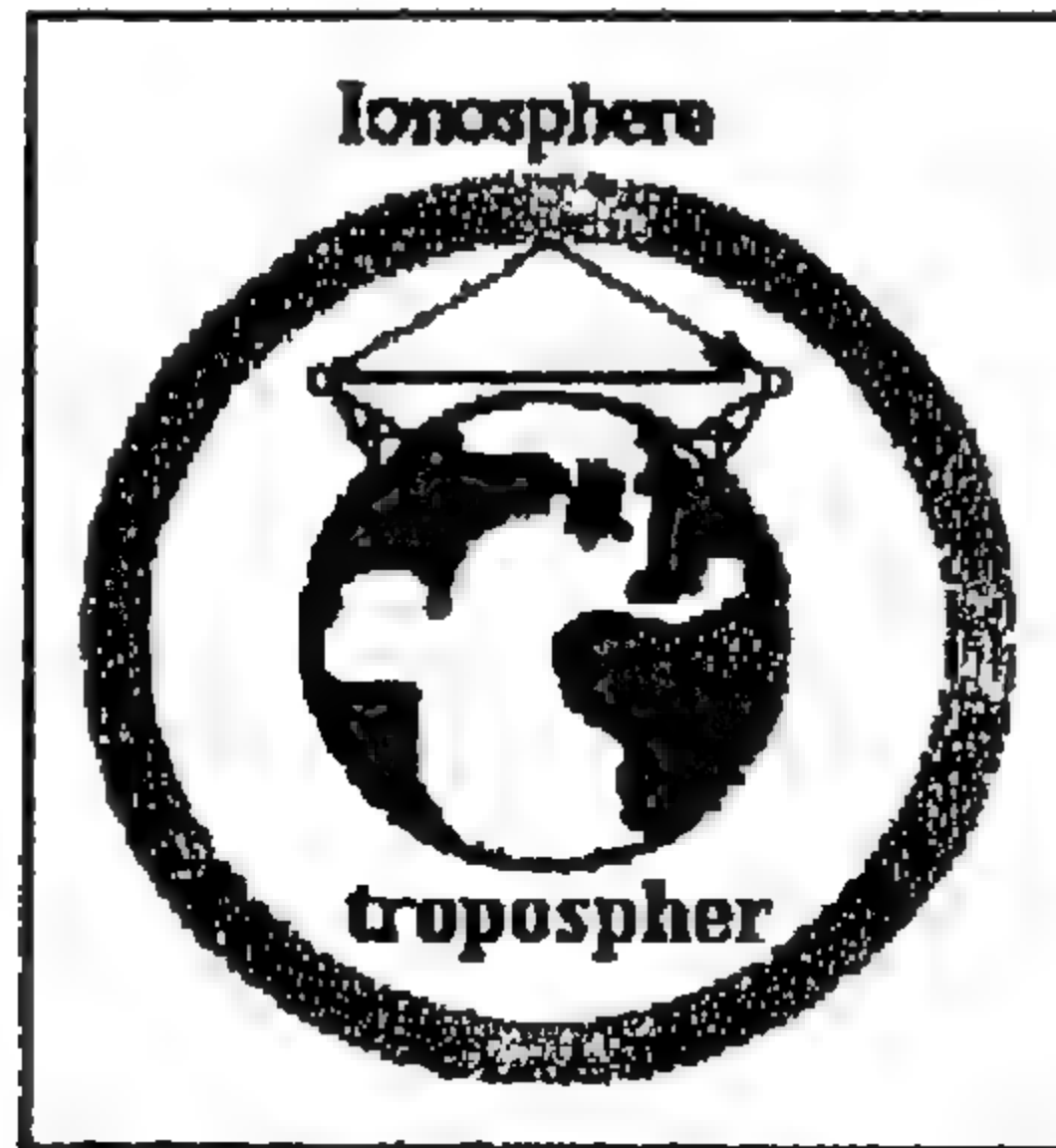
في هذا النوع تنتقل الموجات خلال الجزء الأسفل من الغلاف الجوي قريبا من مستوى سطح الأرض. عند الترددات الصغيرة تتبع موجات الراديو من هوائي الإرسال في كل الاتجاهات وتنتشر حتى تصل إلى وجهتها النهائية. مسافات الانتشار في هذه الحالة تعتمد على قدرة موجات الراديو المرسلة. الشكل رقم 19 يوضح الانتشار الأرضي



شكل 19: الانتشار الأرضي (ground propagation)

الانتشار خلال طبقة التروبوسفير (troposphere propagation)

هذا النوع من الانتشار له طريقتان أما أن توجه الموجات في خط مستقيم من هوائي إلى هوائي آخر (line-of-sight) أو توجه إلى الطبقات العليا لطبقة التروبوسفير حيث تنعكس هناك لترتد إلى سطح الأرض وبالتالي يتم تغطية مساحة كبيرة للإرسال. الشكل رقم 20 يوضح الانتشار خلال طبقة التروبوسفير



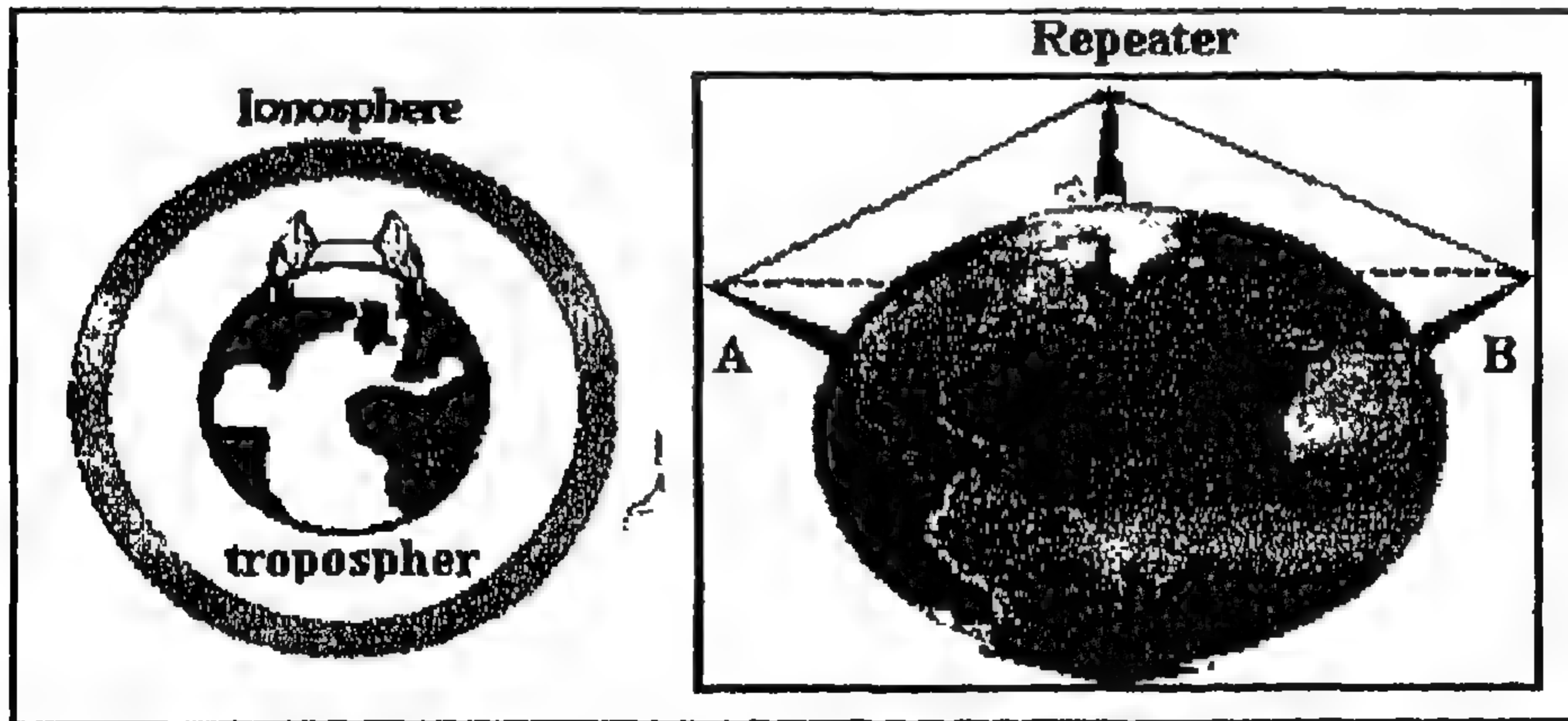
شكل 20 : الانتشار خلال طبقة التروبوسفير

الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير (ionosphere propagation) في هذا النوع تتبع الترددات العالية للموجات في اتجاه طبقة الأيونوسفير حيث تنعكس هناك مرتدة إلى سطح الأرض. هذا النوع تسمح بتغطية واسعة للإشارات مع استخدام قدرات قليلة لموجات الراديو. الشكل رقم 21 يوضح الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير



شكل رقم 21 يوضح الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير

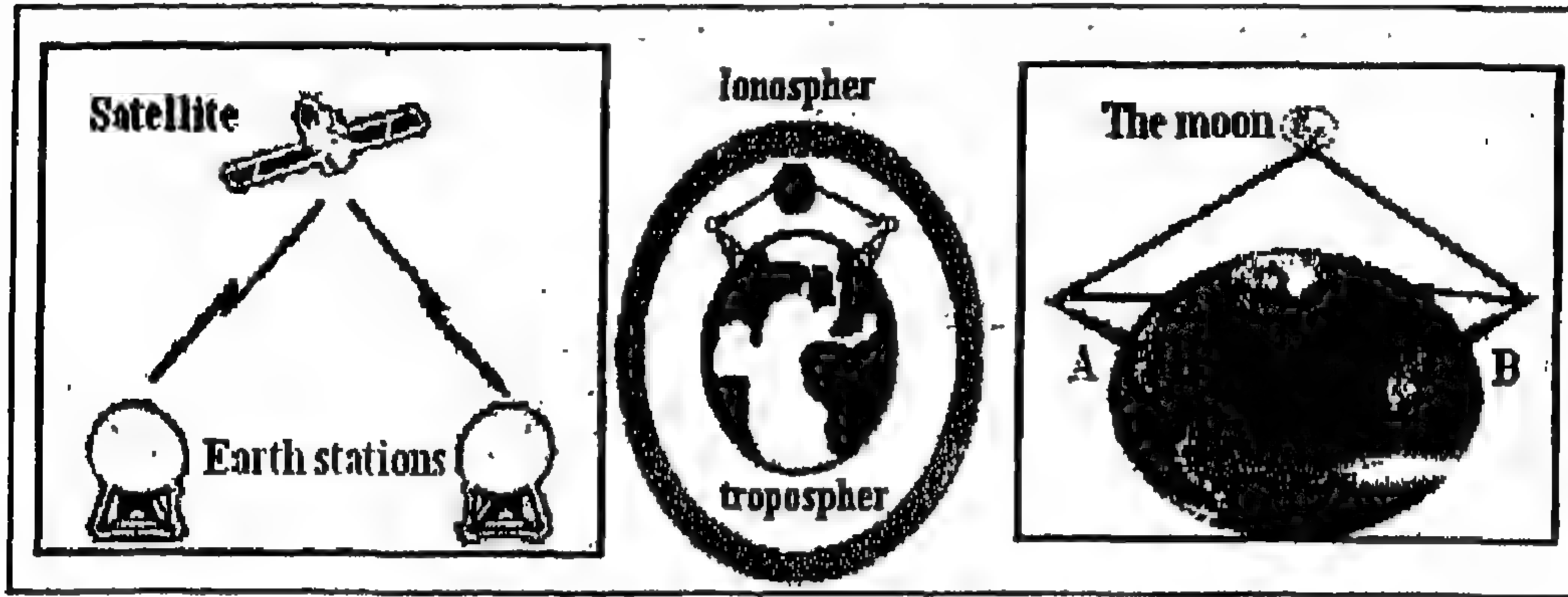
انتشار خط الرؤية (line-of-sight propagation) في هذا النوع تنتشر الإشارات في خطوط مستقيمة من هوائي الإرسال إلى هوائي الاستقبال حيث يكون الهوائيان مواجهان لبعضهما البعض. الشكل رقم 22 يوضح انتشار خط الرؤية



شكل 22: انتشار خط الرؤية

الانتشار في الفراغ (space propagation)

هذا النوع يستخدم الأقمار الصناعية بدلا من الانعكاس على طبقات الجو العليا حيث تنتقل الإشارات إلى القمر الصناعي والذي يقوم بدوره بإعادة إرسالها إلى مناطق أخرى. الاتصالات عبر الأقمار الصناعية هي أساسا اتصالات خط الرؤية في وجود قمر صناعي كوسيط بين هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال. الشكل رقم 23 يوضح الانتشار الفراغي



شكل 23: الانتشار الفراغي

النطاق الترددي للاتصالات اللاسلكية

الجدول رقم 4 يوضح النطاقات الترددية وحيز ونوع الانتشار وتطبيقات كل نطاق

3.6 الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

SATELLITE COMMUNICATION

تشابه الاتصالات عبر الأقمار الصناعية اتصالات خط الرؤية حيث تكون أحد المحطات هي القمر الصناعي الذي يعمل كهوائي ومعيد للإشارة (repeater). الشكل رقم 24 يوضح عملية الاتصالات عبر الأقمار الصناعية. الجدول رقم 5 يوضح نطاقات الترددات المستخدمة في الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

جدول 4 : النطاقات الترددية وحيز ونوع الانتشار وتطبيقات كل نطاق

Band	Range	Propagation	Application
VLF	3-30 KHz	Ground	Long-range radio navigation
LF	30-300 KHz	Ground	Radio beacons and navigational loc ators
MF	300 KHz-3 MHz	Sky	AM radio
HF	3-30 MHz	Sky	Citizens band (CB), ship/aircraft communication
VHF	30-300 MHz	Sky and line-of-sight	VHF TV, FM radio
UHF	300 MHz-3 GHz	Line-of-sight	UHF TV, cellular phones, paging, satellite
SHF	3-30 GHz	Line-of-sight	Satellite communication
EHF	30-300 GHz	Line-of-sight	Long-range radio navigation

جدول 5 : نطاقات الترددات المستخدمة في الاتصالات عبر الأقمار الصناعية

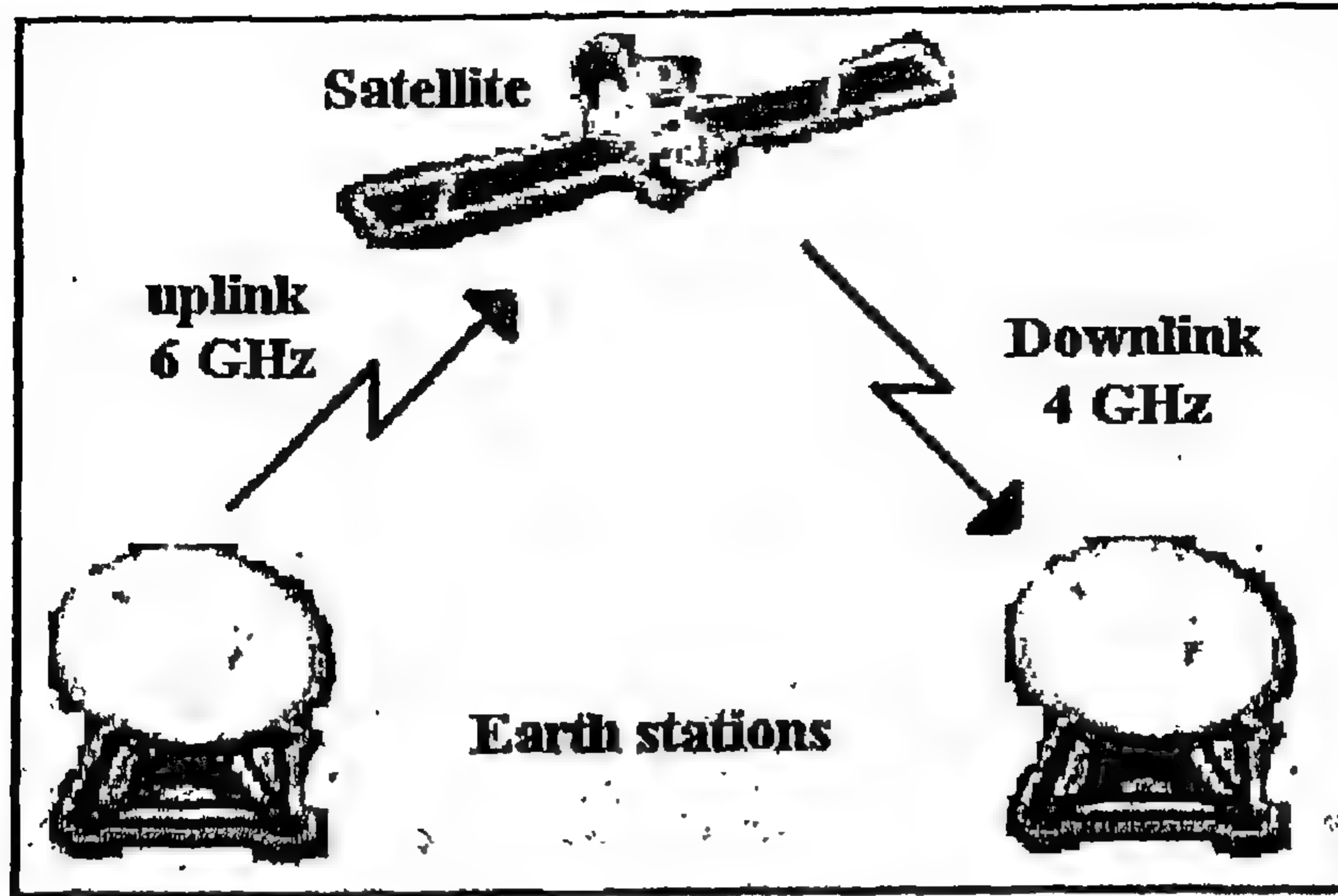
النطاق (band)	Downlink	Uplink
C	3.7 to 4.2 GHz	5.925 to 6.425 GHz
Ku	11.7 to 12.2 GHz	14 to 14.5 GHz
Ka	17.7 to 21 GHz	27.5 to 31 GHz

مدارات الأقمار الصناعية (Satellite orbits)

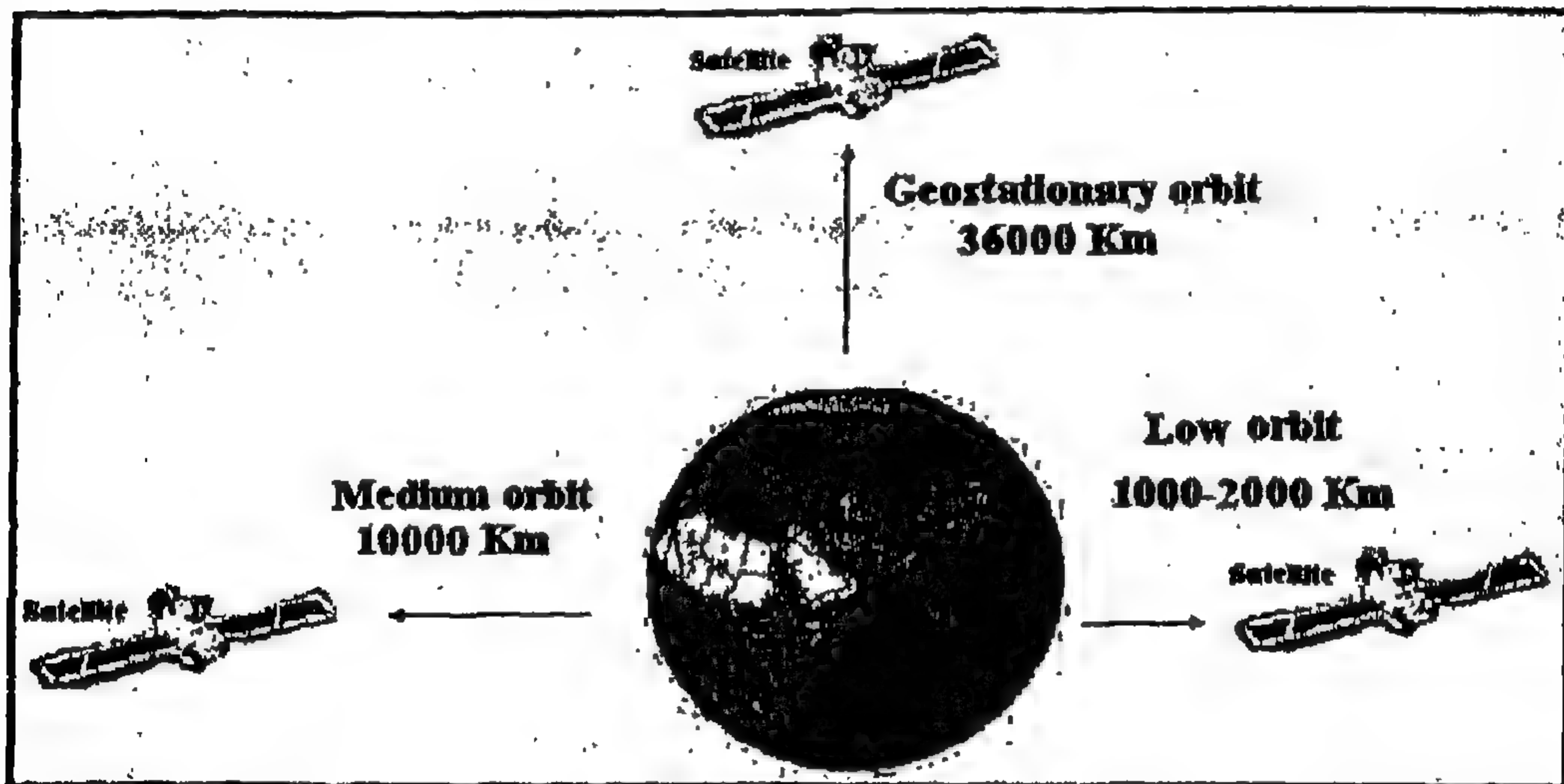
يوجد ثلاث مدارات أساسية للأقمار الصناعية: Geostationary orbit, medium

orbit and low orbit. الشكل رقم 25 يوضح مدارات الأقمار الصناعية ومدى كل

مدار



شكل 24 : الاتصالات عبر الأقمار الصناعية



شكل 25 : مدارات الأقمار الصناعية ومدى كل مدار

لماذا نستخدم الأقمار الصناعية في الاتصالات

تستخدم الأقمار الصناعية في الاتصالات وذلك لإمكانية استخدامها في :

(1) اتصالات اقتصادية لمسافات طويلة economical long distance communication

(2) النشر الإذاعي broadcast capability

- (3) اتصالات ذات مجالات ترددية واسعة wide band capability
- (4) تغطية واسعة Broad Coverage
- (5) التغلب على الفواصل القطرية freedom from natural barriers

EXERCISES

- (1) أذكر مع التوضيح بالرسم أجزاء الكابلات المحورية (Coaxial cables)
- (2) أذكر مع التوضيح بالرسم أجزاء كابلات الألياف الضوئية (Optical fiber cables)

(3) اختر الإجابة الصحيحة للعبارات التالية

(a) يستخدم Coaxial cable مقاومته 75 أوم في

Television ○

Thin Ethernet ○

Thick Ethernet ○

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

(b) النبضات الضوئية تنتقل خلال

Optical fiber cables ○

Coaxial cables ○

Twisted pair cables ○

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

(c) Light sources تقوم

- تحويل الإشارات الكهربائية إلى إشارات ضوئية
- تحويل الإشارات الضوئية إلى إشارات كهربائية
- الاثنين معا
- لا شيء مما سبق

(d) optical fiber cables

- تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات
- تستخدم نبضات كهربائية لنقل المعلومات
- الاثنين معا
- لا شيء مما سبق

(e) انحصار الأشعة الضوئية داخل مادة Core يحدد بواسطة

- زاوية سقوط الأشعة بواسطة المصدر
- معامل الانكسار لمادة Cladding
- معامل الانكسار لمادة Core
- لا شيء مما سبق
- جميع ما سبق

(f) الشكل التالي يوضح الحالة الحرجة لزاوية السقوط



(g) Twisted-pair cables

- تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات
- تستخدم نبضات كهربائية لنقل المعلومات
- الاثنين معا

○ لا شيء مما سبق

Microwave links (h)

○ تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات

○ تستخدم نبضات كهربية لنقل المعلومات

○ تستخدم موجات كهرومغناطيسية لنقل المعلومات

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

Radio wave links (i)

○ تستخدم نبضات ضوئية لنقل المعلومات

○ تستخدم نبضات كهربية لنقل المعلومات

○ تستخدم موجات كهرومغناطيسية لنقل المعلومات

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

(j) القدرة الاستيعابية العالية لنقل المعلومات من أهم مزايا

○ Twisted-pair cables

○ Coaxial cables

○ Optical fiber cables

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

(k) رخص الثمن من أهم مزايا

○ Twisted-pair cables

○ Coaxial cables

○ Optical fiber cables

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

(1) أي من الانتشارات الآتية تستخدم خاصية خط الرؤية

○ Ground propagation

○ Sky propagation

○ Peer-to-peer propagation

○ جميع ما سبق

○ لا شيء مما سبق

(4) اذكر أسباب توهن (attenuation) الأشعة الضوئية أثناء سريانها خلال كابلات الألياف الضوئية

(5) اذكر خصائص كابلات الألياف الضوئية

(6) اذكر أهم أسباب استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات الموجهة

(7) صل من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Radio waves	سعة صغيرة low capacity
Microwave	سعة عالية higher capacity
Satellite	سعة عالية high capacity
microwave	تغطية مساحة كبيرة covers the entire large area
Infrared light	اتصالات لمسافات صغيرة في أماكن مغلقة very short distances
	تستخدم خط الرؤية line-of-sight

(8) اذكر أنواع Wire media (Guided media)

(9) اذكر أهم أنواع Wireless media (Unguided media)

10) ضع علامة \checkmark أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الخاطئة مع تعديل العبارات الخاطئة

- (a) تستخدم موجات الراديو في الاتصالات الموزعة
- (b) تستخدم موجات الميكروويف في الاتصالات الموجهة
- (c) تستخدم موجات الأشعة تحت الحمراء في الاتصالات الموزعة
- (d) خاصية خط الرؤية هي أن يرى هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال كل منهما الآخر
- (e) Omni-directional antenna تستخدم في الانتشار الموجه
- (f) Unidirectional antenna تستخدم في الانتشار الموزع

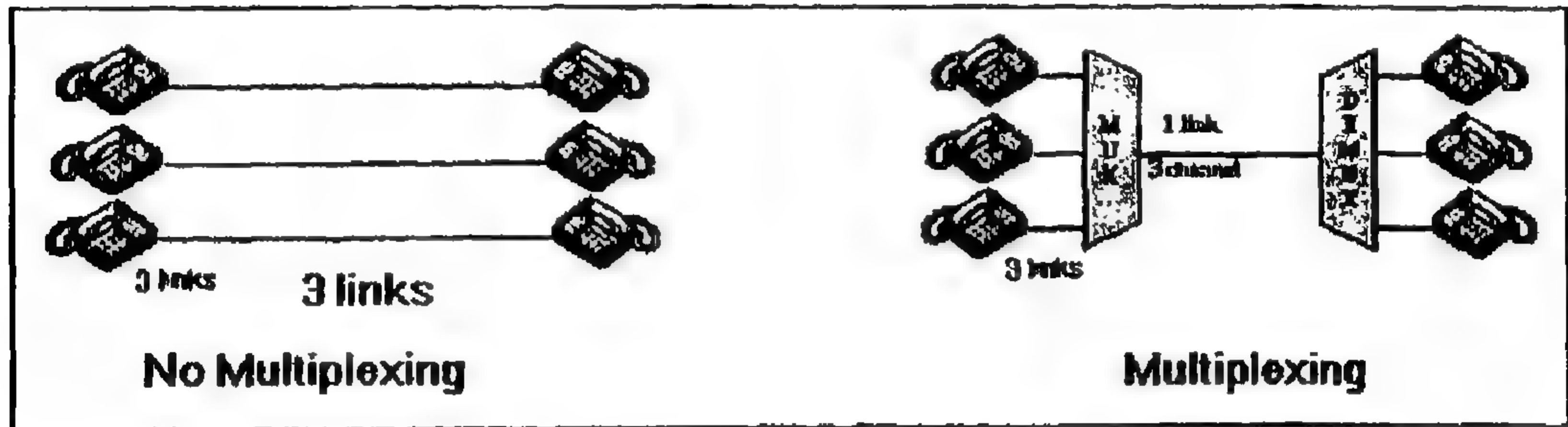
الفصل الرابع تقنيات المزج MULTIPLEXING TECHNIQUES

4.1 مقدمة

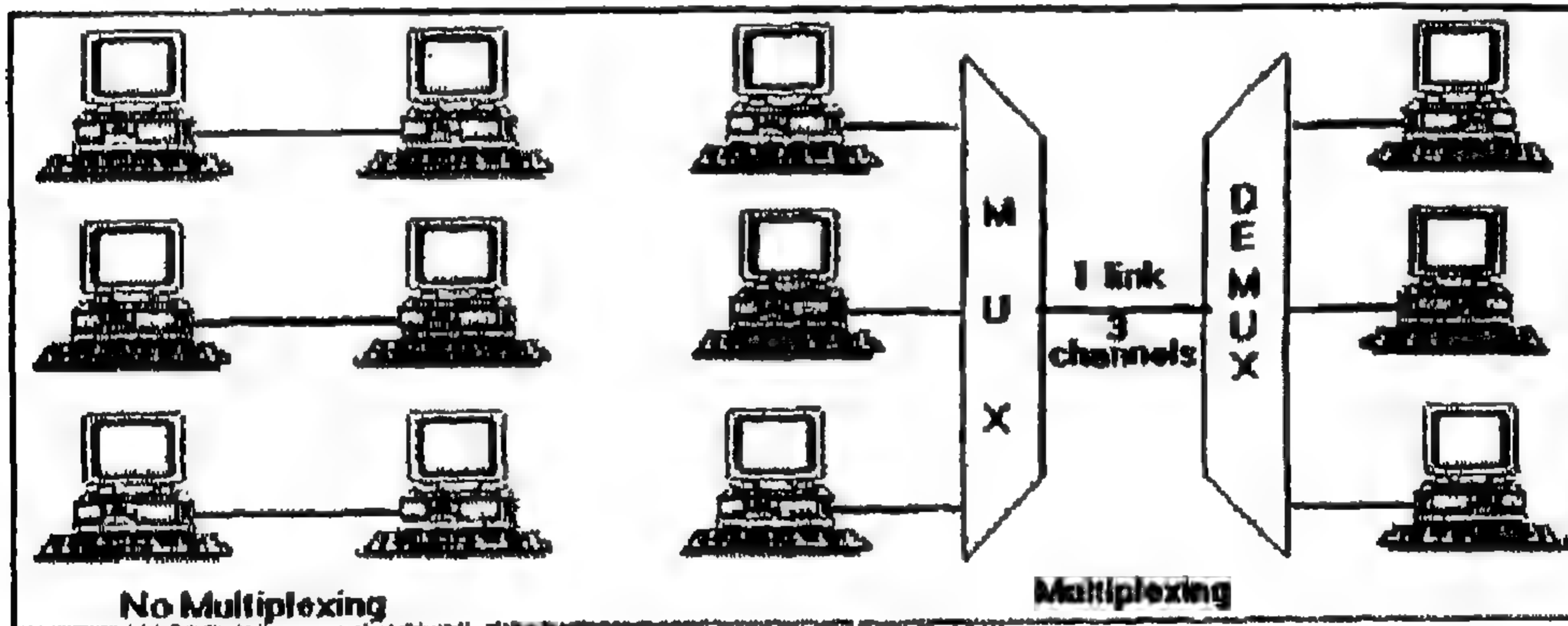
تقنيات المزج (Multiplexing techniques) تستخدم للسماح بإرسال معلومات من أكثر من مصدر (عدة إشارات مختلفة) على خط ربط واحد فقط (قناة واحدة single channel) بدلا من استخدام خط ربط لكل مصدر (عدة قنوات multi-channels) وذلك من خلال تجميع إشارات هذه المصادر لتكوين إشارة مركبة يتم إرسالها على الرابط

تقنيات فك المزج (Demultiplexing techniques) تستخدم في أجهزة فك المزج (Demultiplexer) التي تستقبل الإشارة المركبة ثم تفصل محتوياتها (أجزائها) حسب نوع تقنية المزج للحصول على الإشارات الأصلية ثم توصيلها إلى أجهزة

الاستقبال. تعتبر تقنية فك المزج عملية عكسية لتقنية المزج. تتميز تشكيلة نظام الاتصال باستخدام خط ربط واحد فقط بأنها تكون عالية السرعة وأقل تكلفة (زوج من Multiplexer and Demultiplexer) بدلا من استخدام عدة روابط بمعدل رابط لكل قناة. الشكل رقم 1 يوضح الفرق بين استخدام تقنيات المزج وعدم استخدام تقنيات المزج في حالتي الإرسال الرقمي (digital transmission) والإرسال المتصل (analog transmission)



a) الإرسال المتصل analog transmission



b) الاتصال الرقمي digital transmission

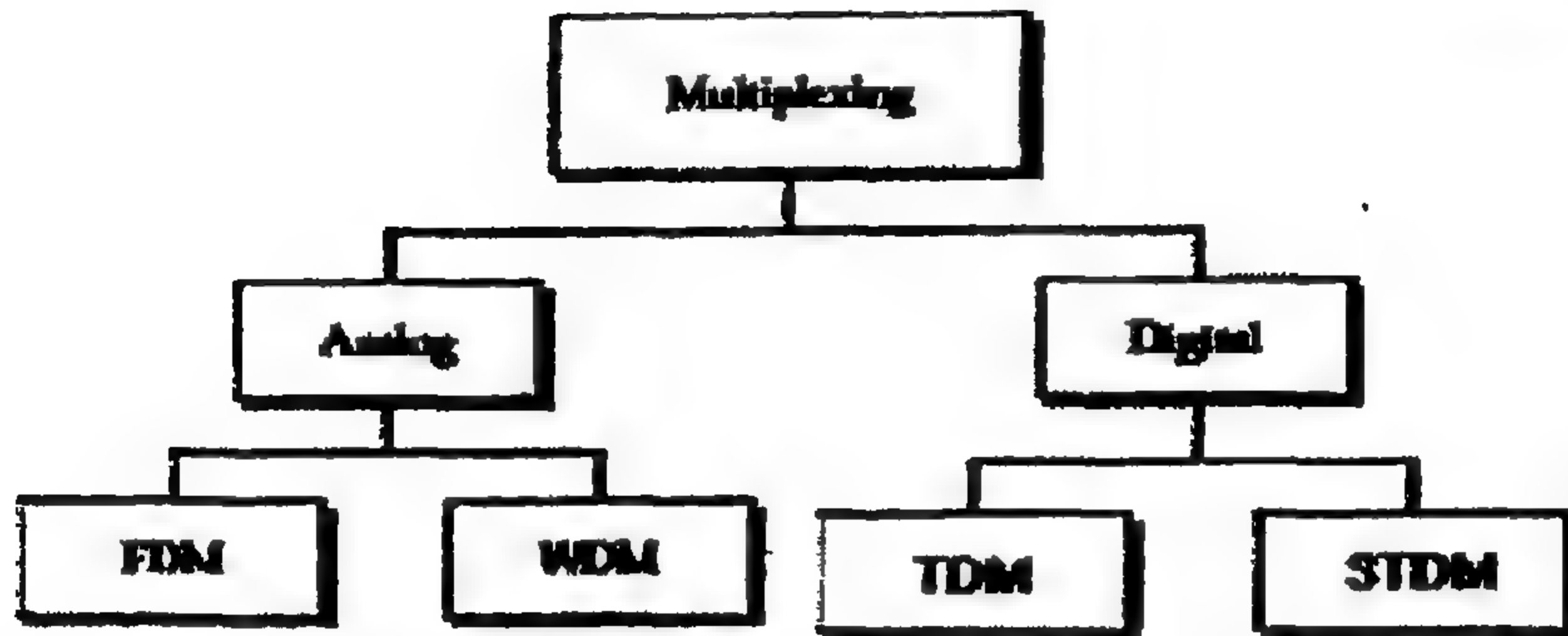
شكل 1: الفرق بين استخدام تقنيات المزج وعدم استخدام تقنيات المزج في حالتي الاتصالات الرقمية (digital transmission) والاتصالات المتصلة (analog transmission)

4.2 أصناف المزج CATEGORIES OF MULTIPLEXING

تقسم تقنيات المزج تبعاً لنوع الإشارة إلى:

(1) الإشارات المتصلة (Analog signal): تستخدم

- تقنية المزج الترددي (Frequency Division Multiplexing-FDM)
- تقنية المزج الموجي (Wave Division Multiplexing-WDM)
- (2) الإشارات الرقمية (Digital Transmission): تستخدم
 - تقنية المزج الزمني (Time Division Multiplexing-TDM)
 - تقنية المزج الزمني الإحصائي (Statistical Time Division Multiplexing-STDMA)



في هذا الفصل سيتم دراسة تقنيتان فقط هما

- تقنية المزج الترددي (FDM) حيث أن الإشارات المتصلة (analog signals) سيتم فصلها باستخدام عدة موجات حاملة مختلفة التردد (تردد لكل إشارة)
- تقنية المزج الزمني (TDM) حيث أن الإشارات الرقمية (digital signals) سيتم فصلها باستخدام الشقوق الزمنية (slots)

4.3 تقنية المزج الترددي

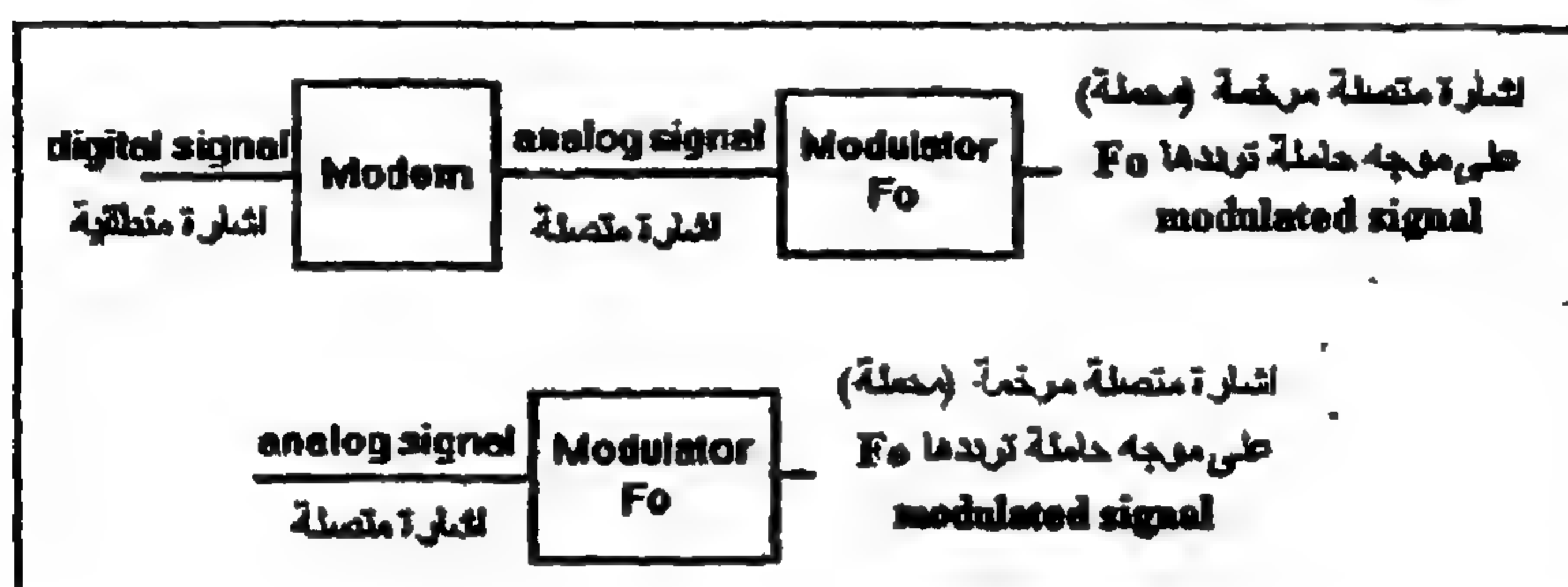
FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING (FDM)

TECHNIQUE

تستخدم تقنية المزج الترددي (FDM) لمزج الإشارات المتصلة (analog signals) عندما يكون المدى الترددي لقناة الإرسال (bandwidth of the transmission medium) يزيد عن مجموع المدى الترددي للإشارات المراد إرسالها.

تقنية FDM هي تقنية مزج إشارات متصلة حيث يتم مزج عدة إشارات على رابط واحد بحيث أن كل إشارة يراد إرسالها تحمل على موجة حاملة (carrier signal) لها تردد

معين. إذا كانت الإشارة رقمية (digital signal) فيجب تحويلها إلى إشارة متصلة (analog signal) باستخدام Modem. في كلتا الحالتين (الإشارة متصلة أو رقمية وتم تحويلها إلى إشارة متصلة باستخدام Modem) يتم تحميل كل إشارة على موجة حاملة لها تردد معين (carrier signal with frequency F_0). تسمى الإشارة المتصلة الأصلية باسم modulating signal وتسمى بعد تحميلها على الموجة الحاملة (carrier wave) باسم modulated signal. الشكل رقم 2 يوضح عملية تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة باستخدام modem ثم تحميلها على موجة حاملة ترددها F_0 باستخدام modulator للحصول على modulated signal

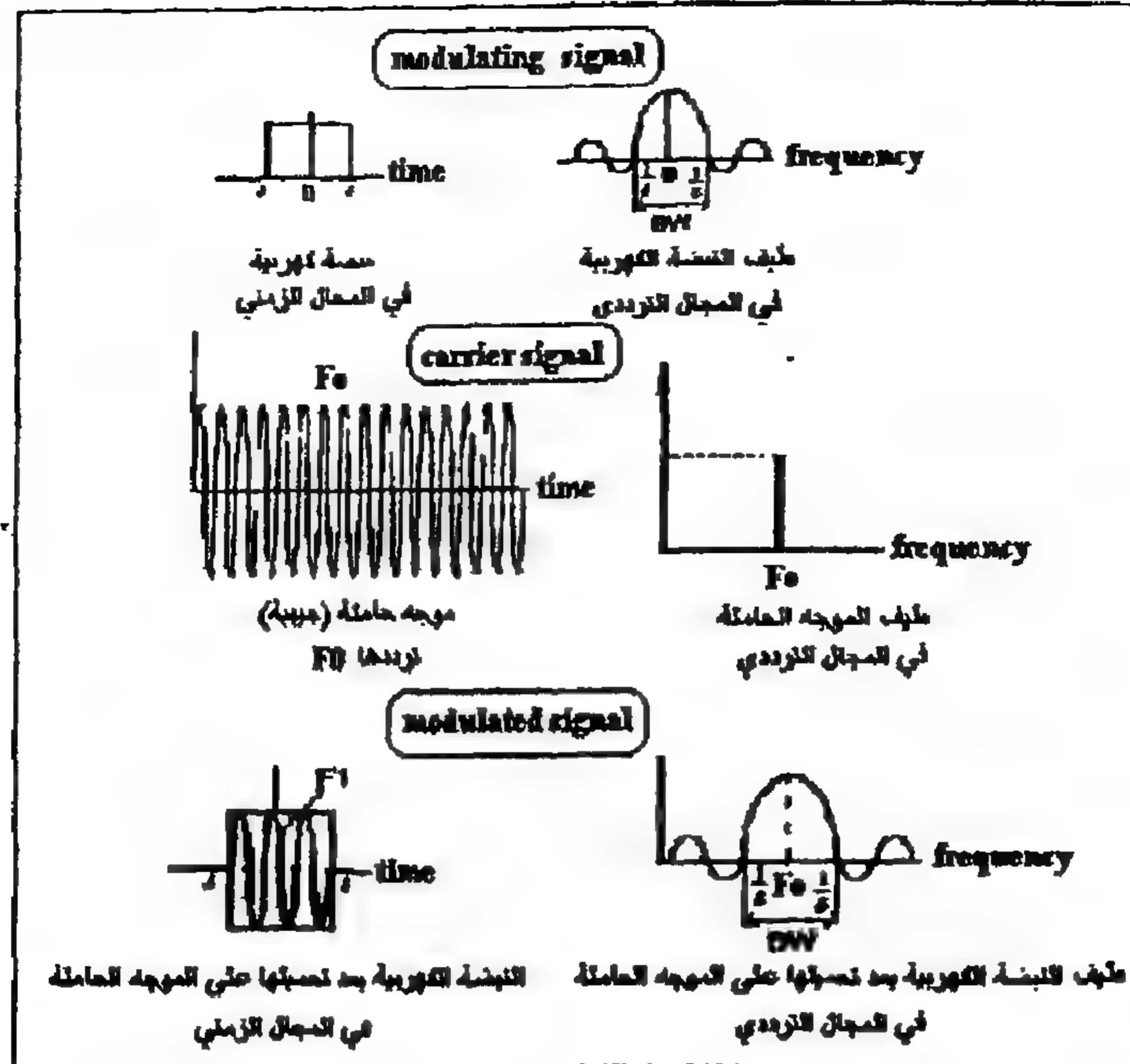


شكل 2 : عملية تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة باستخدام modem ثم تحميلها على موجة حاملة ترددها F_0 باستخدام modulator للحصول على modulated signal

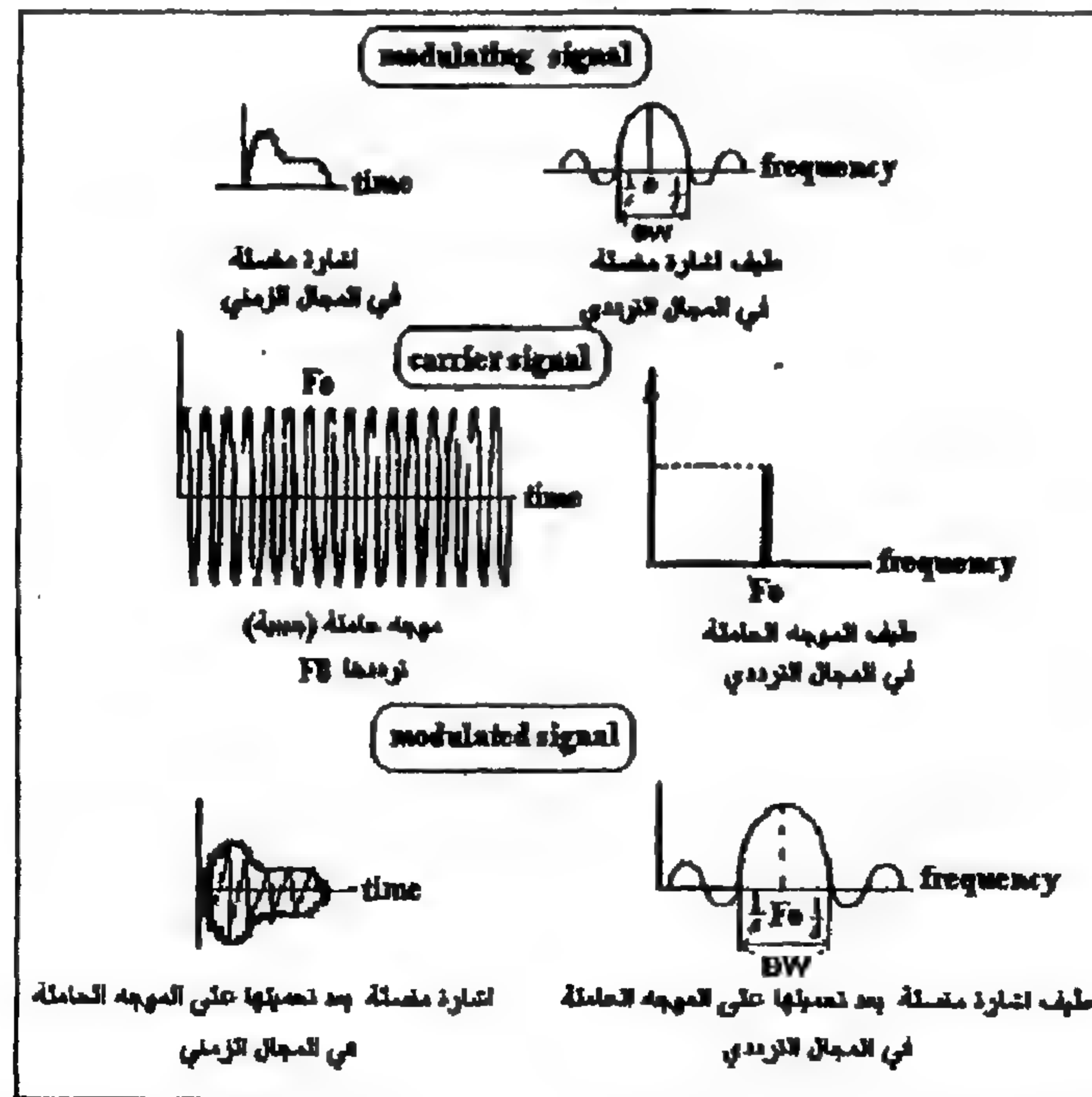
4.3.1 المجال الزمني والمجال الترددي للإشارات الرقمية والإشارات الرقمية للمحملة على موجة حاملة

Time domain and frequency domain for digital and modulated digital signals

في الجزء التالي سنوضح كيف أن تحميل الإشارة المتصلة (analog signal) على موجة الحاملة (carrier signal) ترددها F_0 يزيح طيف الإشارة في المجال الترددي إلى التردد F_0 . الشكل رقم 3 يوضح تمثيل الإشارة الرقمية في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجة الحاملة. الشكل رقم 4 يوضح تمثيل الإشارة المتصلة في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجة الحاملة



شكل 3: تمثيل الإشارة الرقمية في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجة الحاملة



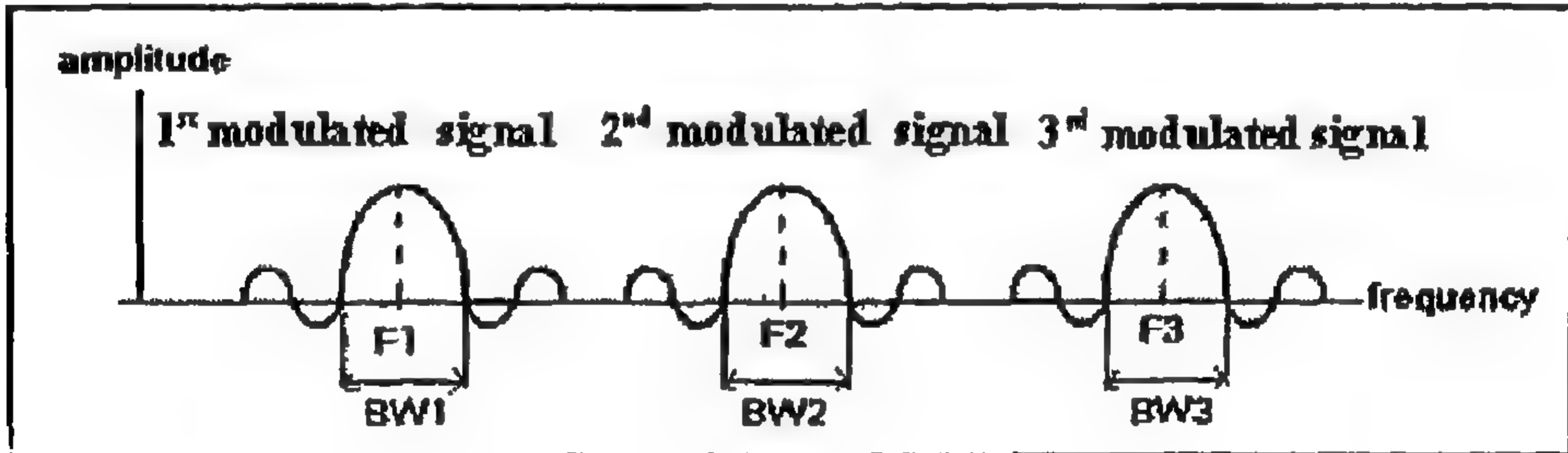
شكل 4: تمثيل الإشارة المتصلة في النطاق الترددي (frequency domain) والنطاق الزمني (time domain) قبل وبعد تحميلها على الموجة الحاملة

من الشكلين رقم 4 and 3 يتضح أن تحميل الإشارة (سواء كانت إشارة رقمية أو متصلة) على موجة حاملة يؤدي إلى إزاحة طيف الإشارة إلى موضع تردد الموجه الحاملة

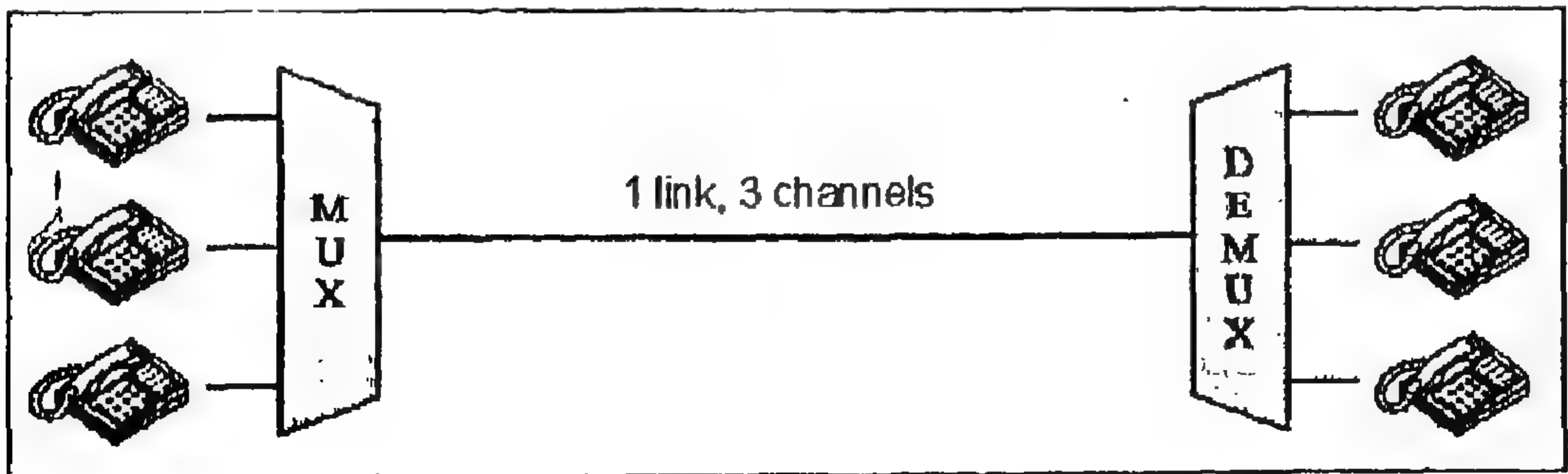
4.3.2 المجال الترددي للإشارة المركبة

Frequency domain for composite modulated signal

الشكل رقم 5 يوضح طيف إشارة مركبة تحتوي على ثلاث إشارات صوتية تم تحميلهم على ثلاث موجات حاملة مختلفة التردد (تردداتها F_1 , F_2 , and F_3). من الشكل رقم 5 يتبين أن تحميل الإشارات على موجات حاملة مختلفة التردد يؤدي إلى فصل هذه الإشارات في النطاق الترددي وبالتالي لن يحدث تداخل والذي يؤدي بدوره إلى إمكانية مزج هذه الإشارات بعد تحميلها على موجات حاملة وإرسالها على رابط واحد فقط (شكل رقم 6) بدلا من استخدام رابط لكل إشارة.



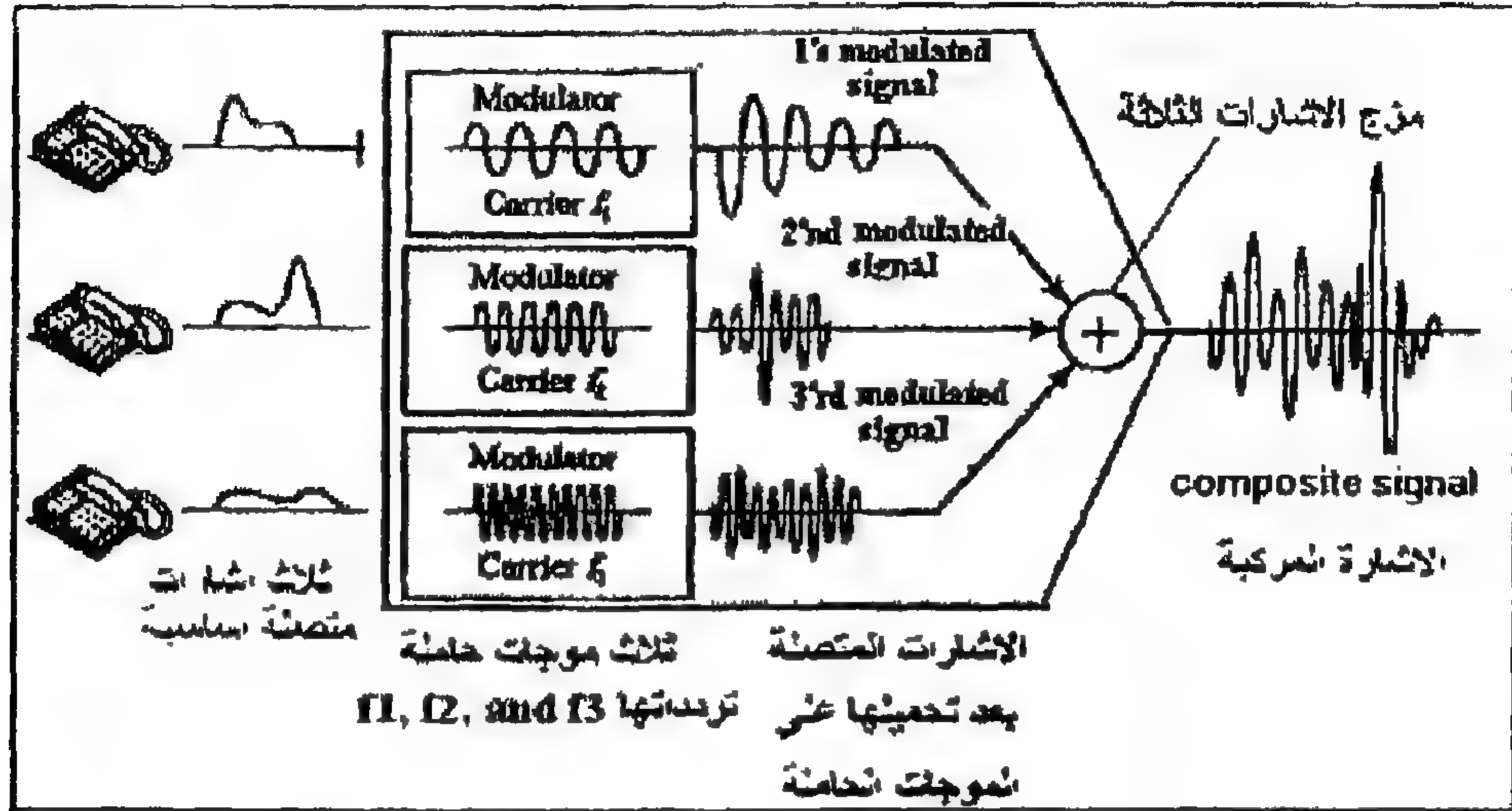
شكل 5: طيف إشارة مركبة تحتوي على ثلاث إشارات تم تحميلهم على ثلاث موجات حاملة مختلفة التردد (تردداتها F_1 , F_2 , and F_3)



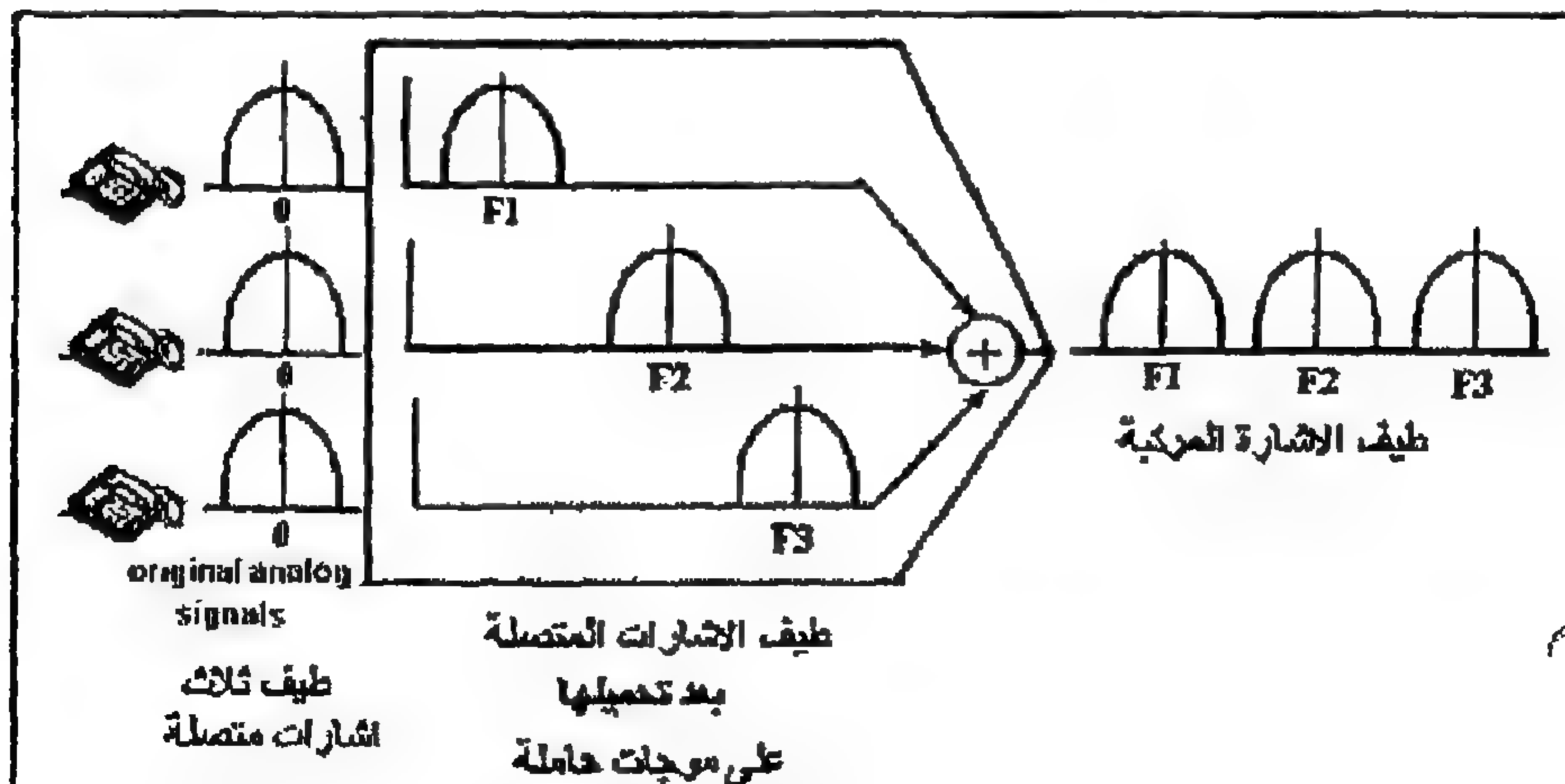
شكل 6: مزج ثلاث إشارات صوتية وإرسالها على رابط واحد

الشكل رقم 7 يوضح عملية المزج في النطاق الزمني. الشكل رقم 8 يوضح عملية المزج في النطاق الترددي.

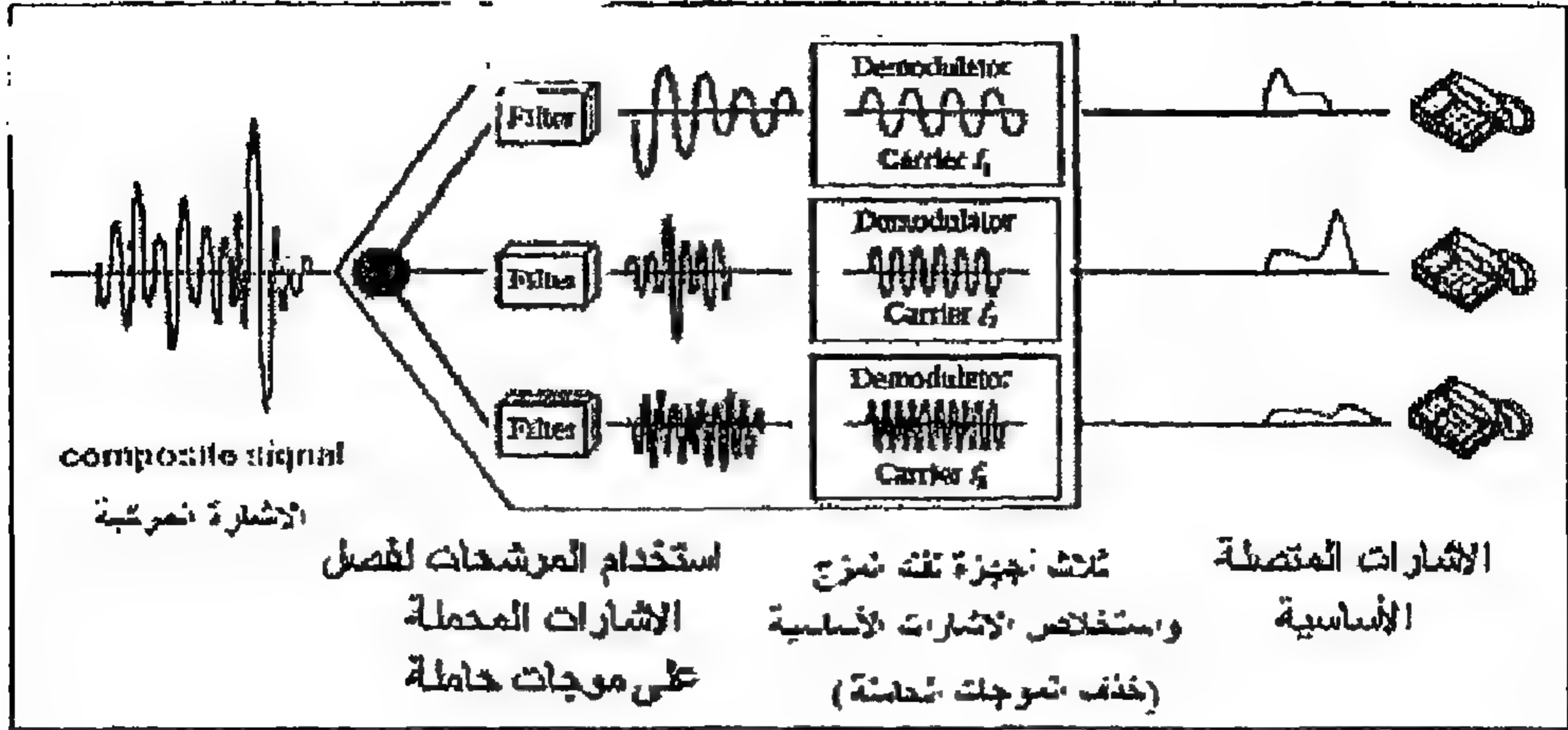
الشكل رقم 9 يوضح عملية فك المزج (demultiplexing) في النطاق الزمني. الشكل رقم 10 يوضح عملية فك المزج في النطاق الترددي.



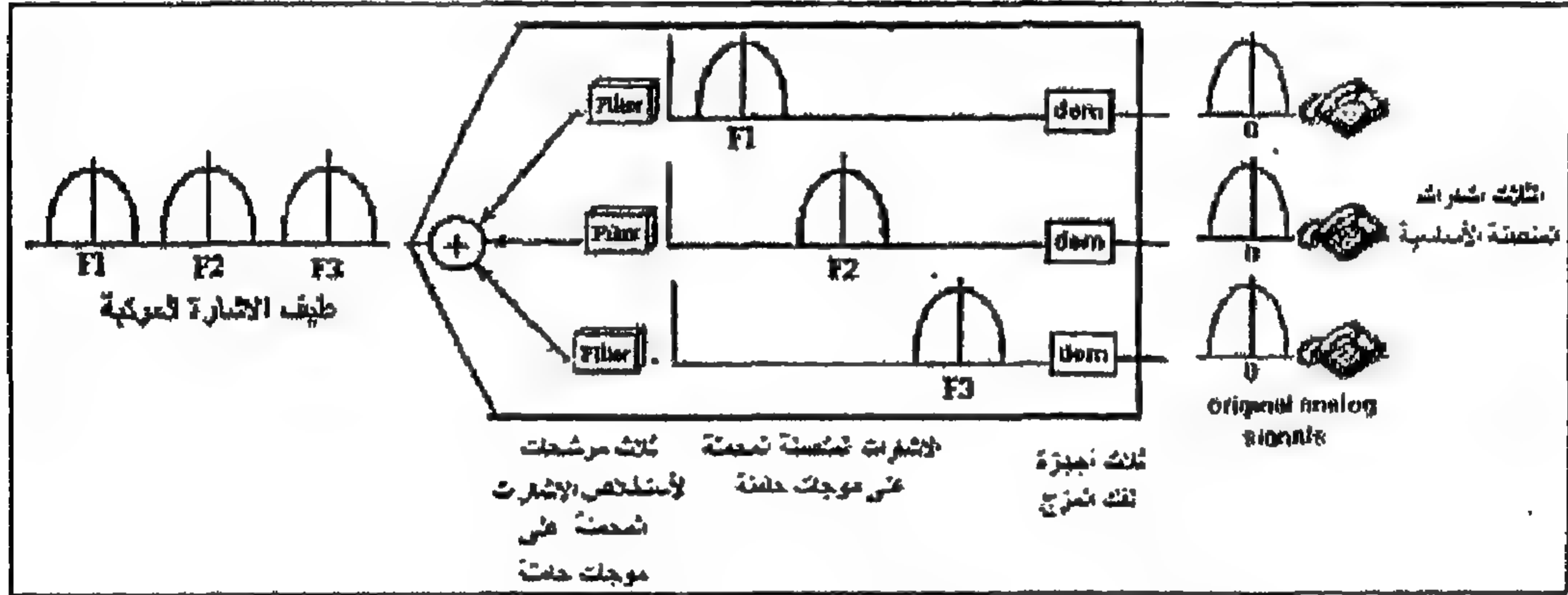
شكل 7 : عملية المزج في النطاق الزمني



شكل 8 : عملية المزج في النطاق الترددي



شكل 9 : عملية فك المزج في النطاق الزمني



شكل 10 : عملية فك المزج في النطاق الترددي

من الأشكال السابقة يتبين التالي

(1) في الإرسال :

- الإشارات المتصلة الأصلية (original analog signals) يتم تحميل كل منها على موجه حاملة باستخدام three modulators وذلك للحصول على ثلاث موجات محملة (three modulated signals)
- الثلاث إشارات المحملة يتم مزجها للحصول على الموجة المركبة (composite signal) وإرسالها على الرابط (وسط الإرسال)

(2) في الاستقبال :

- فصل كل إشارة محملة (modulated signal) من الإشارة المركبة (composite signal) وذلك باستخدام ثلاث مرشحات (three filters)
- الإشارات المتصلة الأصلية (original analog signal) يتم الحصول عليه من خلال حذف الموجات الحاملة (carrier signals) من الموجات المحملة (modulated signals) وذلك باستخدام three demodulators (عملية فك المزج)

للقضاء على احتمالية حدوث التداخل يتم إدراج مناطق في الحيز الترددي تكون خالية من الإشارة تسمى مناطق فصل ترددي

مثال 1 :

تم مزج عدة قنوات (إشارات) صوتية (تُشغل كل منها مدى ترددي 4 KHz) باستخدام تقنية المزج الترددي (FDM). إذا علمت أن المدى الترددي (B_s) للإشارة المركبة يساوي 48 KHz (60 to 108). أحسب عدد القنوات (الإشارات) الصوتية وتردد الموجه الحاملة لكل قناة (إشارة) صوتية

الحل:

عدد القنوات (الإشارات) الصوتية = المدى الترددي للإشارة المركبة / المدى الترددي لقناة (إشارة) الصوت

$$\begin{aligned} \text{Number of voice channels} &= \frac{\text{bandwidth of the composite signal}}{\text{bandwidth of the voice channel}} \\ &= \frac{48}{4} = 12 \text{ channels} \end{aligned}$$

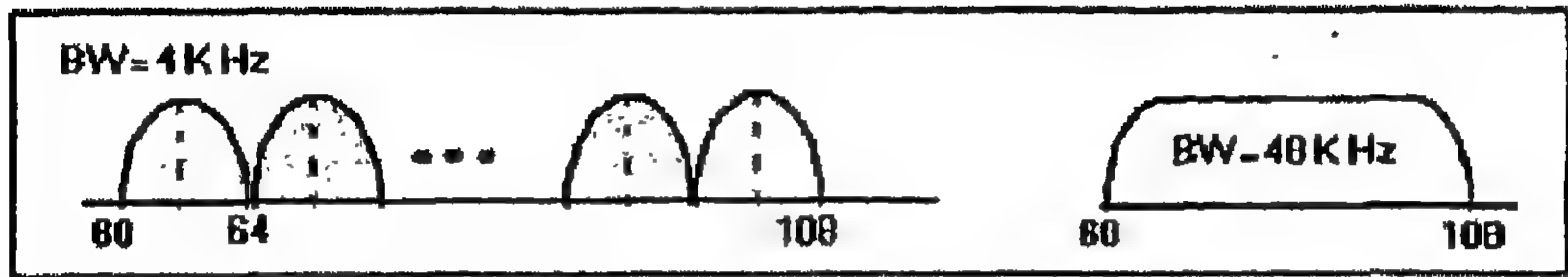
إذا كان بداية النطاق الترددي عند 60 KHz وعرض القناة (الإشارة) الصوتية الواحدة 4KHz فيكون تردد الموجه الحاملة لأول قناة (إشارة) صوتية هو 62 KHz ثم يضاف إليها 4 KHz لحساب ترددات الموجات الحاملة للقنوات (للإشارات) الصوتية الأخرى

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الأولى = 62 KHz

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الثانية = 66 KHz

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الثالثة = 70 KHz

تردد الموجه الحاملة للقناة (للإشارة) الصوتية الأخيرة = 106 KHz



مثال 2 :

أشرح كيف يتم مزج 4 إشارات كل واحدة لها مدى ترددي يساوي 2000 Hz باستخدام

تقنية المزج الترددي في الحالات التالية

(1) عدم وجود مناطق فصل ترددي

(2) وجود مناطق فصل ترددي تساوي 500 Hz

احسب المدى الترددي للإشارة المركبة في الحالات السابقة

الحل:

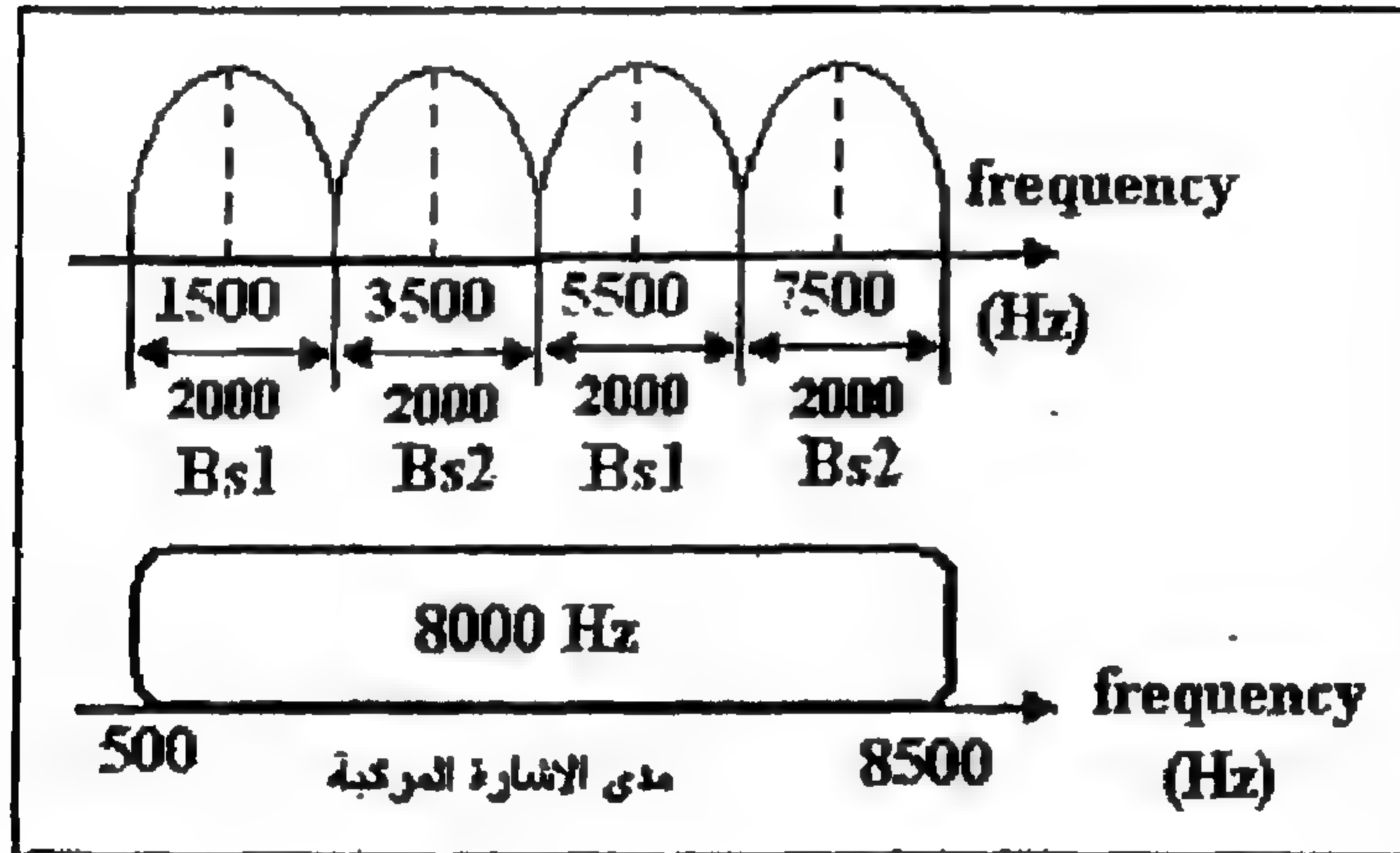
(1) عدم وجود مناطق فصل ترددي

يتم إدخال الإشارات الأربعة على modulators حيث يتم تحميل كل إشارة على موجة حاملة كالتالي

• بفرض أن الإشارة الأولى يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_1 =$

1500 Hz ومداهما الترددي يساوي 2000 Hz (500-2500 Hz)

- الإشارة الثانية يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_2 = 3500$ Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (2500-4500 Hz)
 - الإشارة الثالثة يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_3 = 5500$ Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (4500-6500 Hz) :
 - الإشارة الرابعة يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_4 = 7500$ Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (6500-8500 Hz)
- المدى الترددي للإشارة المركبة = عدد الإشارات * المدى الترددي لكل إشارة = 4 * 2000 Hz = 8000 Hz



(2) وجود مناطق فصل ترددي

لمنع التداخل يتم فصل الإشارات بواسطة منطقة فصل في نطاق الطيف المستخدم تساوي

500 Hz

يتم إدخال الإشارات الأربعة على modulators حيث يتم تحميل كل إشارة على موجة حاملة كالتالي

○ بفرض أن الإشارة الأولى يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_1 =$

1500 Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (500-2500 Hz)

○ الإشارة الثانية يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_2=4000$ Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (3000-5000 Hz)

○ الإشارة الثالثة يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_3 = 6500$ Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (5500-7500 Hz) :

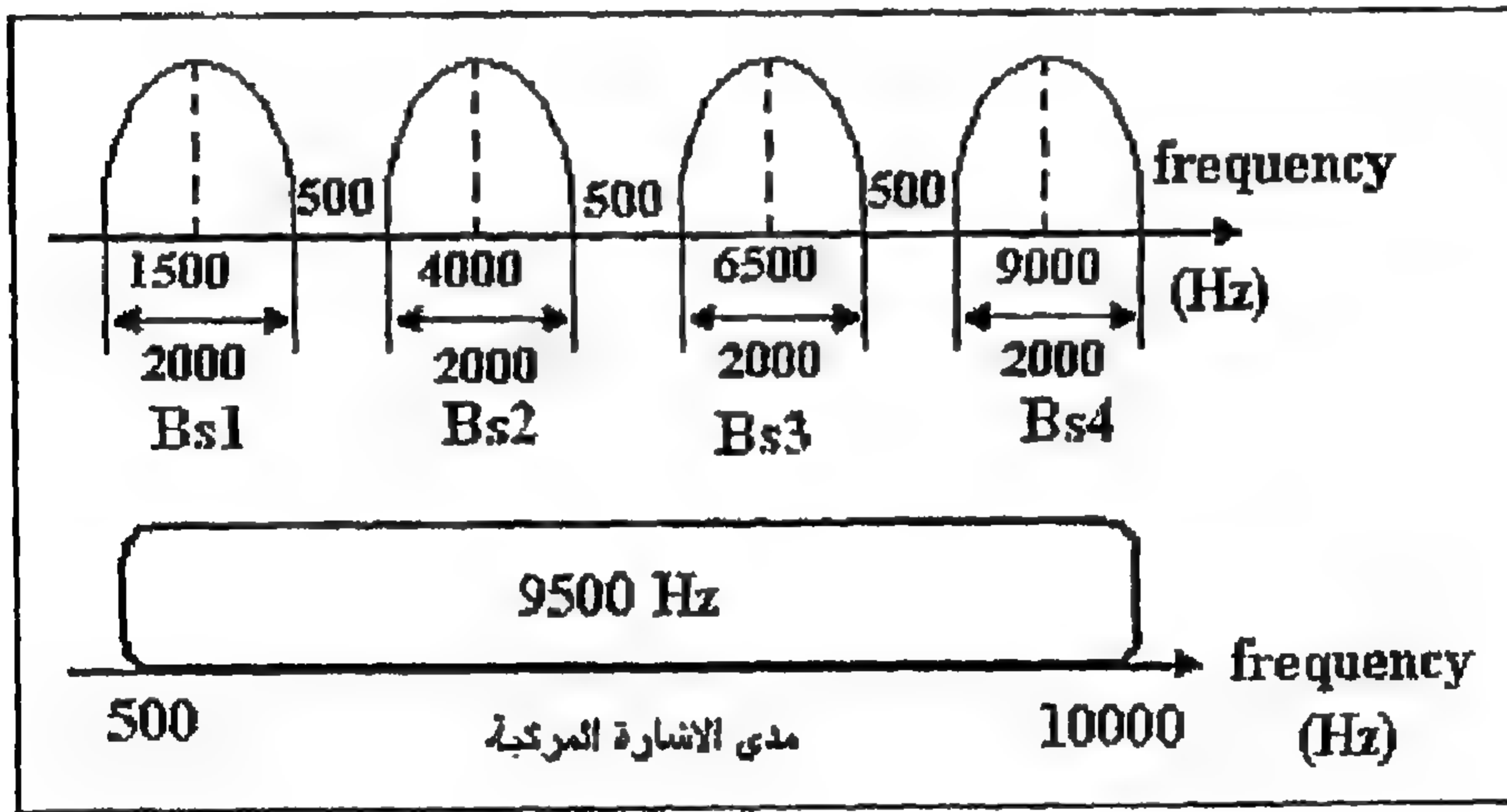
○ الإشارة الرابعة يتم تحميلها على موجة حاملة ترددها يساوي $F_4 = 9000$ Hz ومداها الترددي يساوي 2000 Hz (8000-10000 Hz)

المدى الترددي للإشارة المركبة = (عدد الإشارات * المدى الترددي لكل إشارة) + (عدد مناطق الفصل الترددي * المدى الترددي لمنطقة الفصل الترددي) =

$$500*3+2000*4=9500 \text{ Hz}$$

ملحوظة

عدد مناطق الفصل الترددي = عدد الإشارات - 1



مثال 3 :

بفرض أن القناة (الإشارة) الصوتية تشغل مدى ترددي يساوي 4K Hz. ونحتاج إلى مزج 3 قنوات (إشارات) صوتية على رابط واحد له مدى ترددي يساوي 12 KHz (from 20 KHz to 32 KHz). أوجد ترددات الموجات الحاملة مع التركيب المناسب لمزج هذه الإشارات بدون استخدام مناطق فصل ترددي

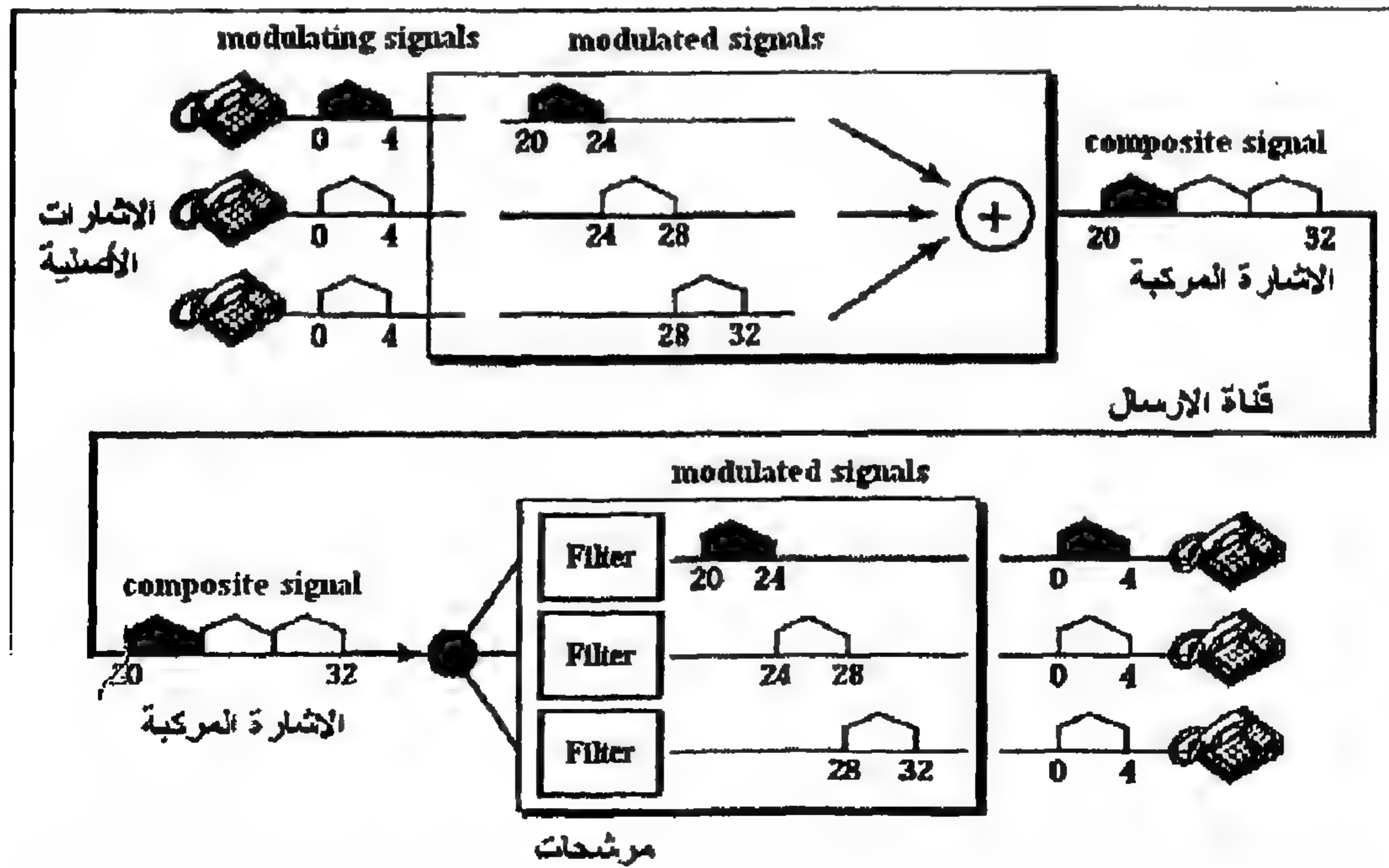
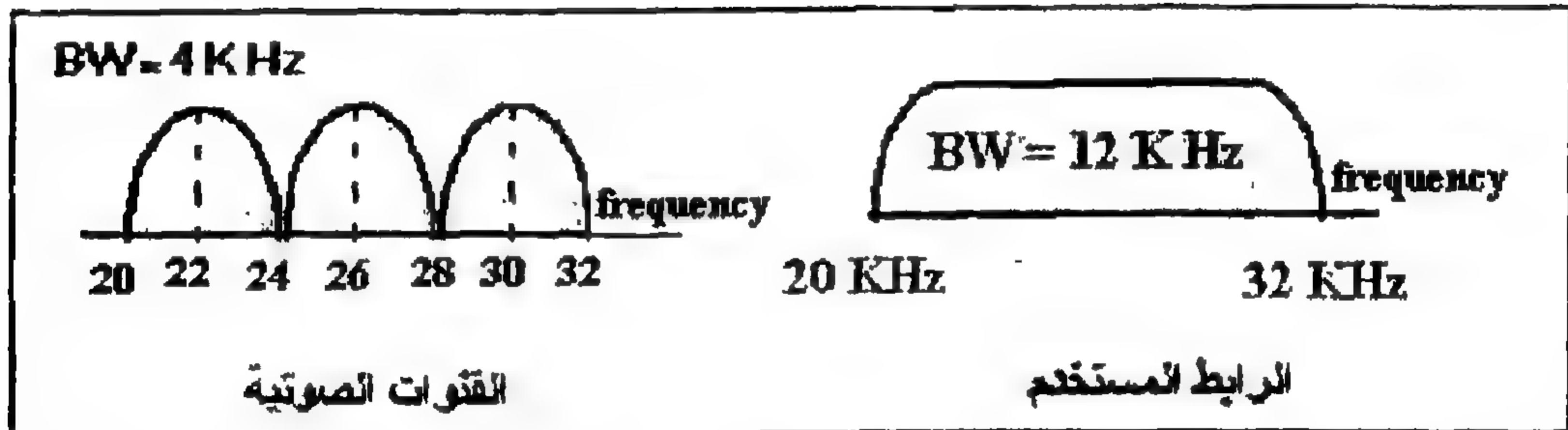
الحل:

إذا كان بداية النطاق الترددي للرباط هو 20 KHz وعرض القناة (الإشارة) الصوتية الواحدة 4KHz فيكون تردد الموجه الحاملة لأول قناة (إشارة) صوتية هو 22 KHz ثم يضاف إليها 4 KHz لحساب ترددات الموجات الحاملة للقنوات الصوتية الأخرى

○ تردد الموجه الحاملة للقناة (الإشارة) الصوتية الأولى = 22 KHz

○ تردد الموجه الحاملة للقناة (الإشارة) الصوتية الثانية = 26 KHz

○ تردد الموجه الحاملة للقناة (الإشارة) الصوتية الثالثة = 30 KHz



مثال 4 :

خمس قنوات (إشارات) لكل قناة (إشارة) مدى ترددي يساوي 100 KHz يتم مزجهم باستخدام تقنية المزج الترددي. أحسب أقل مدى ترددي للرباط المستخدم مع اعتبار وجود مناطق فصل ترددي مداه 10 KHz بين كل قناة (إشارة) وأخرى . إذا تم تحميل الإشارة الأولى على موجة حاملة ترددها 200 KHz . احسب تردد الموجة الحاملة لباقي القنوات (الإشارات)

الحل:

الخمس قنوات/إشارات (المدى الترددي لكل منها = 100KHz) تحتاج لأربعة فراغات (المدى الترددي لكل فراغ = 10KHz)

إجمالي النطاق الترددي للخمس قنوات (إشارات) بالإضافة إلى أربعة فراغات (المدى

الترددي للإشارة المركبة) يساوي $540 \text{ KHz} = 5 \times 100 + 4 \times 10$

أقل مدى ترددي للرباط المستخدم (قناة الإرسال) 540 KHz

حيث أن تردد الموجة الحاملة للإشارة الأولى 200 KHz ومدى كل إشارة (قناة

صوتية) يساوي 100 KHz ومدى منطقة الفصل الترددي تساوي 10 KHz فانه

لحساب تردد الموجة الحاملة للإشارات (القنوات) يتم إضافة 110 KHz لتردد الموجة

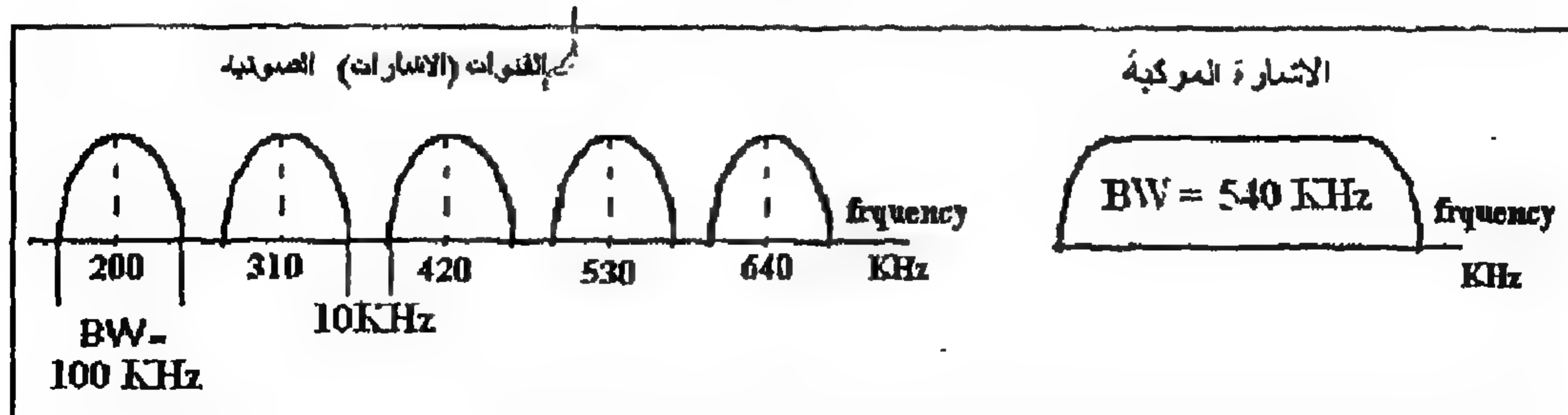
الحاملة للإشارة (القناة) السابقة لها

تردد الموجة الحاملة للإشارة الثانية 310 KHz

تردد الموجة الحاملة للإشارة الثالثة 420 KHz

تردد الموجة الحاملة للإشارة الرابعة 530 KHz

تردد الموجة الحاملة للإشارة الخامسة 640 KHz



مثال 5 :

نظام التليفون الجوال الحديث يستخدم حيزان أحدهما في الإرسال والآخر في الاستقبال

الحيز الأول (في الإرسال): من 824 MHz إلى 849 MHz

الحيز الثاني (في الاستقبال): من 869 MHz إلى 894 MHz

كل مستخدم له مدى ترددي مقداره 30 KHz في كل اتجاه. أحسب عدد المستخدمين للتليفون الخلوي في نفس الوقت

الحل:

كل حيز له مدى ترددي = 25 M Hz وحيث أن كل مستخدم له مدى ترددي = 30 KHz فيكون عدد المستخدمين في نفس الوقت يساوي خارج قسمة المدى لحيز الإرسال أو الاستقبال على المدى الترددي لكل مستخدم في الإرسال أو الاستقبال

$$\text{عدد المستخدمين للتليفون الخلوي في نفس الوقت} = \frac{25 * 10^6}{30 * 10^3} = 833.3 = 833 \text{ مشترك}$$

4.3.3 تقنيات التجميع والتجميع الممتاز والتجميع السيد والتجميع الضخم

Grouping, super grouping master grouping and Jumbo grouping techniques

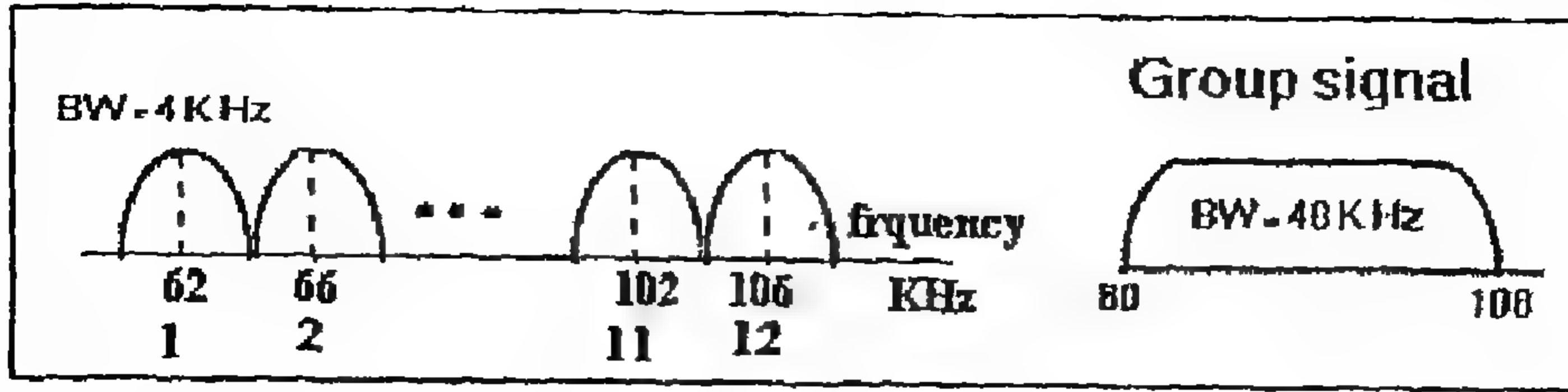
لتقليل عدد الموجات الحاملة للإشارات المرسلية يتم تقسيم الإشارات إلى مجاميع على النحو التالي:

(a) التجميع Grouping

يتم تجميع عدة قنوات (إشارات) صوتية (modulated signals) لتكوين إشارة مركبة تسمى group signal. يتم تحميل group signal على موجة حاملة لها تردد محدد.

الشكل رقم 11 يوضح تجميع 12 قناة صوتية (المدى الترددي لكل قناة = 4 KHz)

لإنتاج group signal لها مدى ترددي = 12 x 4 = 48 KHz

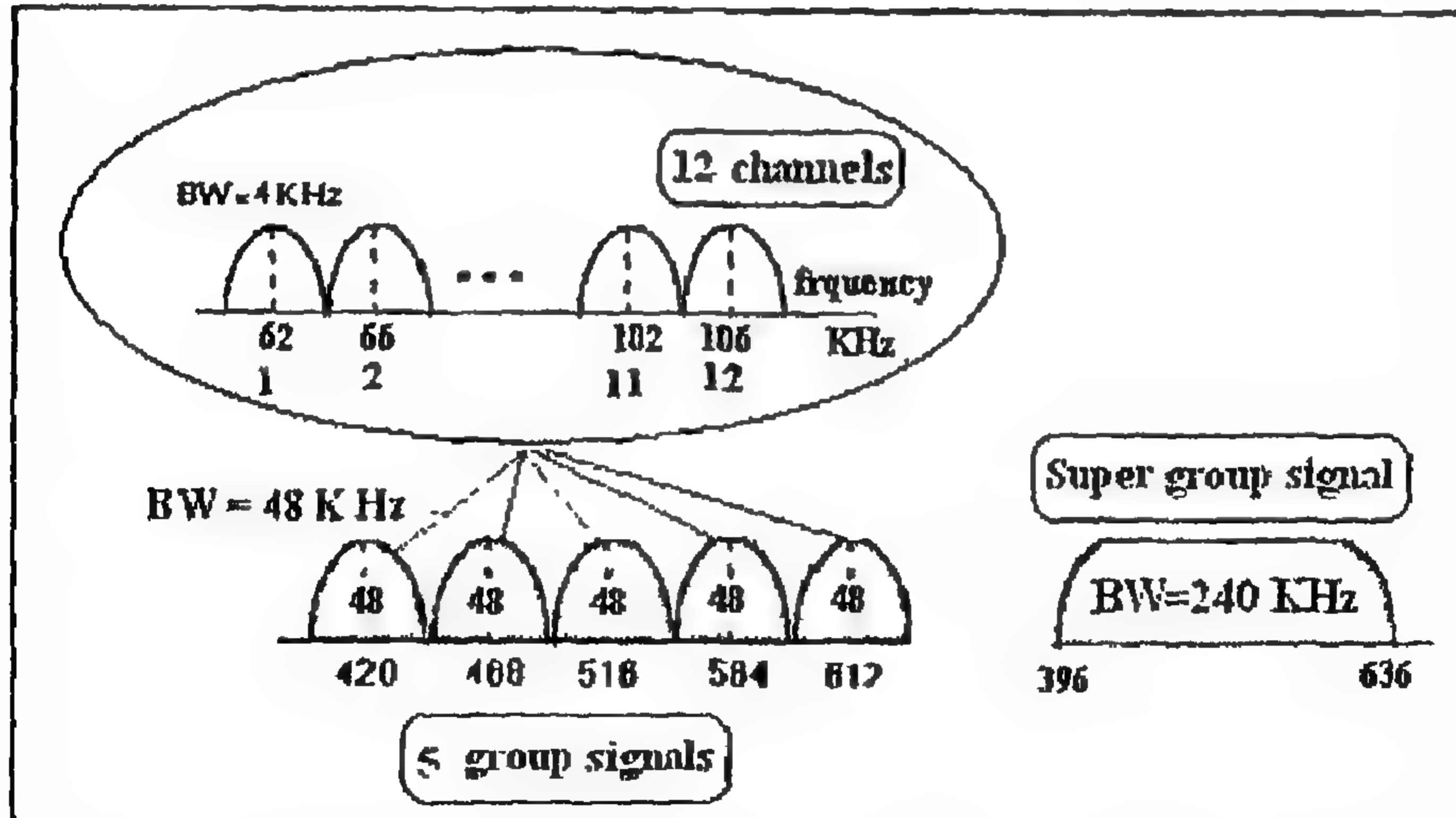


شكل 11 : تجميع 12 قناة صوتية (المدى الترددي لكل قناة = 4 KHz)

لإنتاج group signal لها مدى ترددي $48 \text{ KHz} = 12 \times 4$

(b) التجميع الممتاز Super grouping

هي عملية تجميع عدد من group signals لتكوين super group signal . الشكل رقم 12 يوضح عملية تجميع 60 قناة بواسطة تقسيمهم إلى خمس إشارات مجمعة group signals (كل group signal تحتوي على 12 قناة). المدى الترددي لكل group signal = 48 KHz . يتم تحميل الخمس group signal على موجات حاملة تردداتها تساوي 420, 468, 516, 564, and 612 KHz الإشارة الناتجة من تجميع عدد خمس group signal تسمى super group signal تشغل حيز ترددي مداه يساوي $(48 \times 5 = 240 \text{ KHz})$ من $(420 - 24 = 396 \text{ KHz})$ إلى $(612 + 24 = 636 \text{ KHz})$



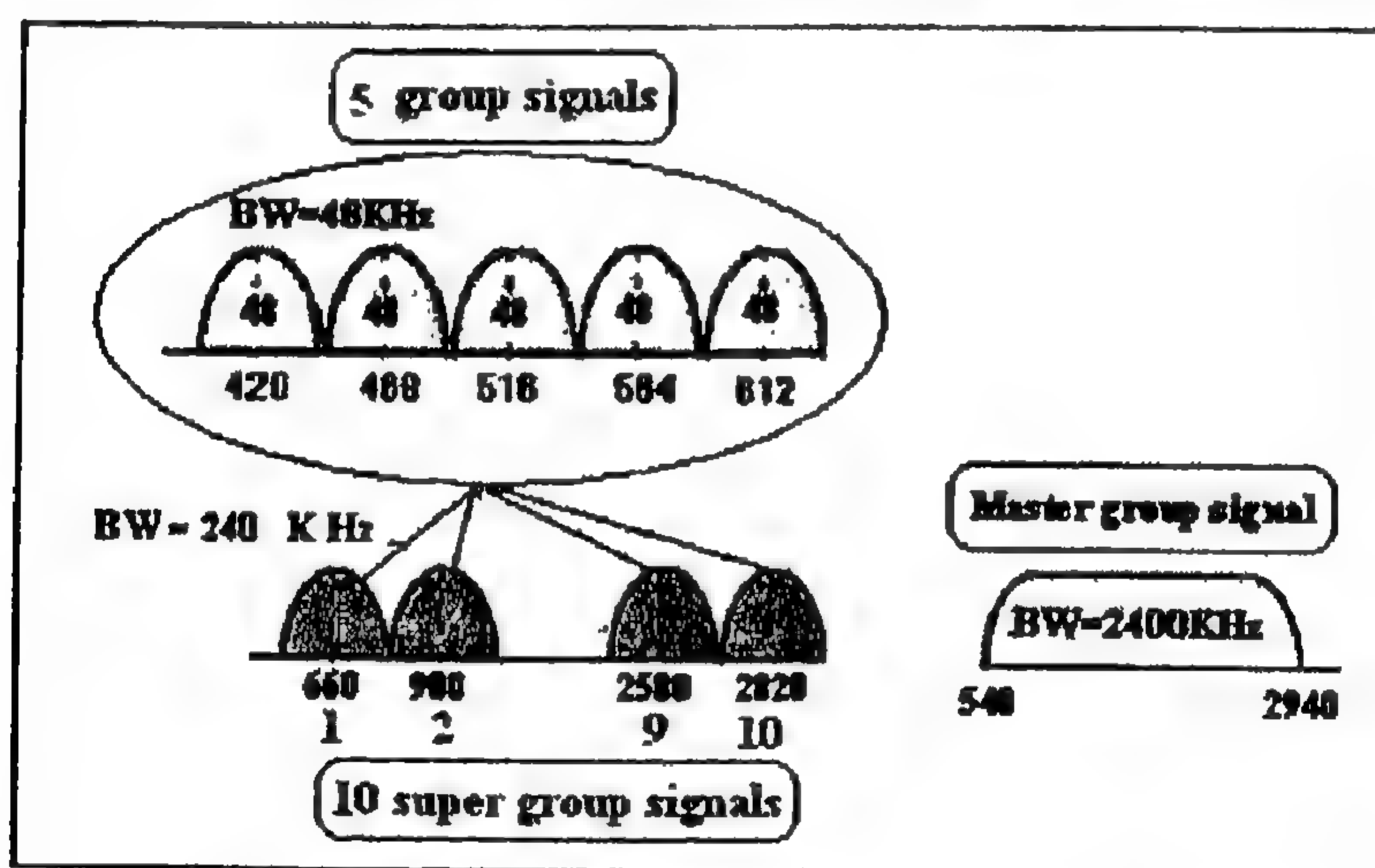
شكل 12 : عملية تجميع 60 قناة بواسطة تقسيمهم إلى خمس إشارات مجمعة group

signal ثم تجميع الخمس group signals لتكوين super group signal

(c) التجميع السيد Master grouping

هي عملية تجميع عدد من super group signals لتكوين master group signal. بفرض وجود 600 قناة. من الجزء السابق يتبين أن كل super group signal تحتوي على 60 قناة (بواقع 5 group signals وكل group signal تحتوي على 12 قناة). لتقسيم 600 قناة يكون لدينا 10 super groups. يتم تحميل العشرة super group signals على موجات حاملة تردداتها تساوي (660, 900, 1140, 1380, 1620, 1860, 2100, 2340, 2580, and 2820).

الإشارة الناتجة من تجميع عدد عشرة super group signals تسمى master group signal. group signals تشغل حيز ترددي مداه يساوي (2400 KHz = 240 * 10) من (540 = 660 - 120) إلى (2940 KHz = 2820 + 120). الشكل رقم 13 يوضح تجميع عشرة super group signals لإنتاج master group signal لها مدى ترددي = 2400 KHz



شكل 13: تجميع عشرة super group signals لإنتاج

master group signal لها مدى ترددي = 2400 KHz

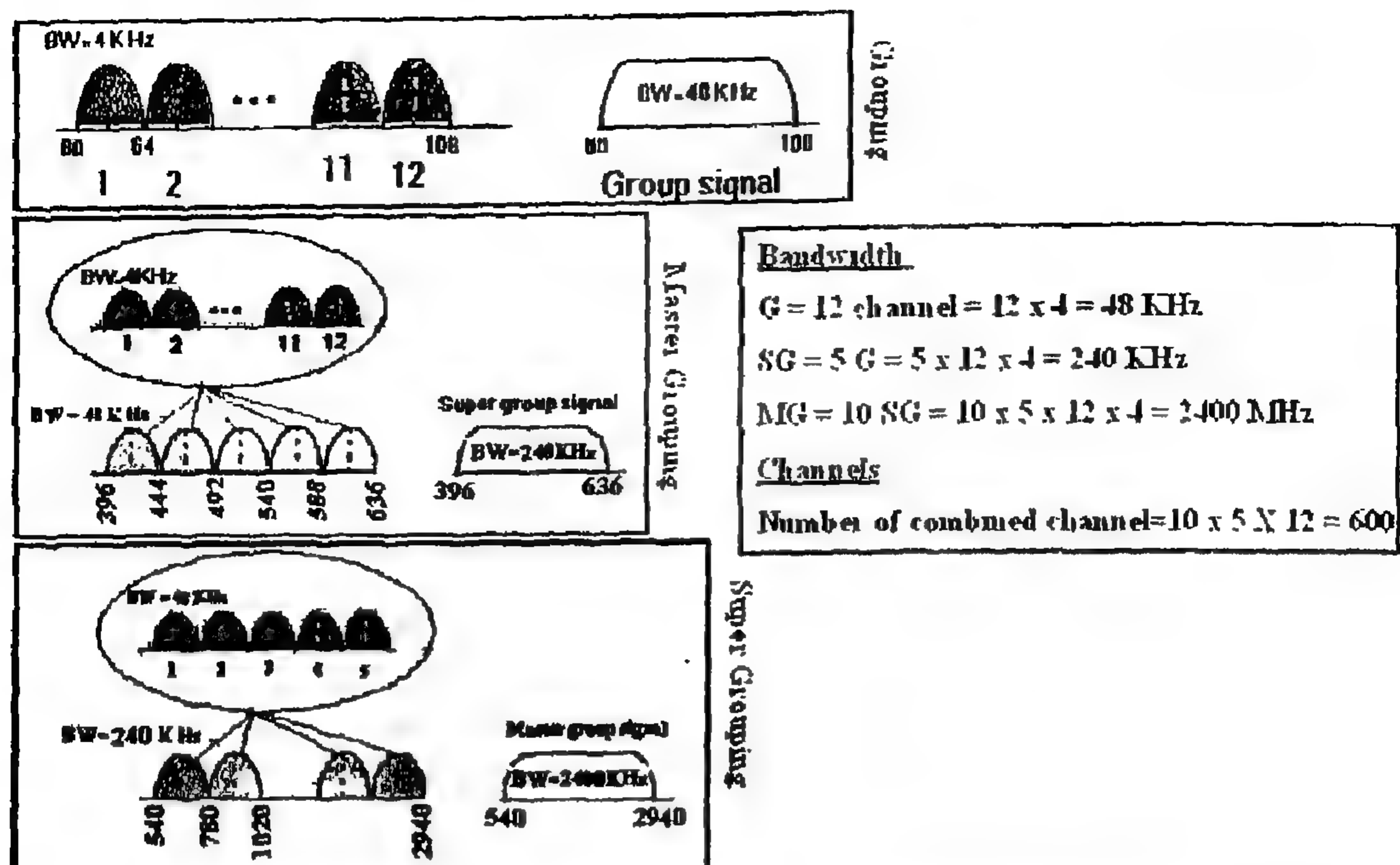
من الأشكال رقم 11, 12 and 13 يتبين لنا إجمالي عدد الموجات الحاملة وتردداتها التالي

- 12 موجة حاملة تردداتها تساوي (62, 66, 70, 74, 78, 82, 86, 90, 94, 98, 102, and 106) يتم تكرارهم مع خمس مجاميع لتكوين 5 group signals

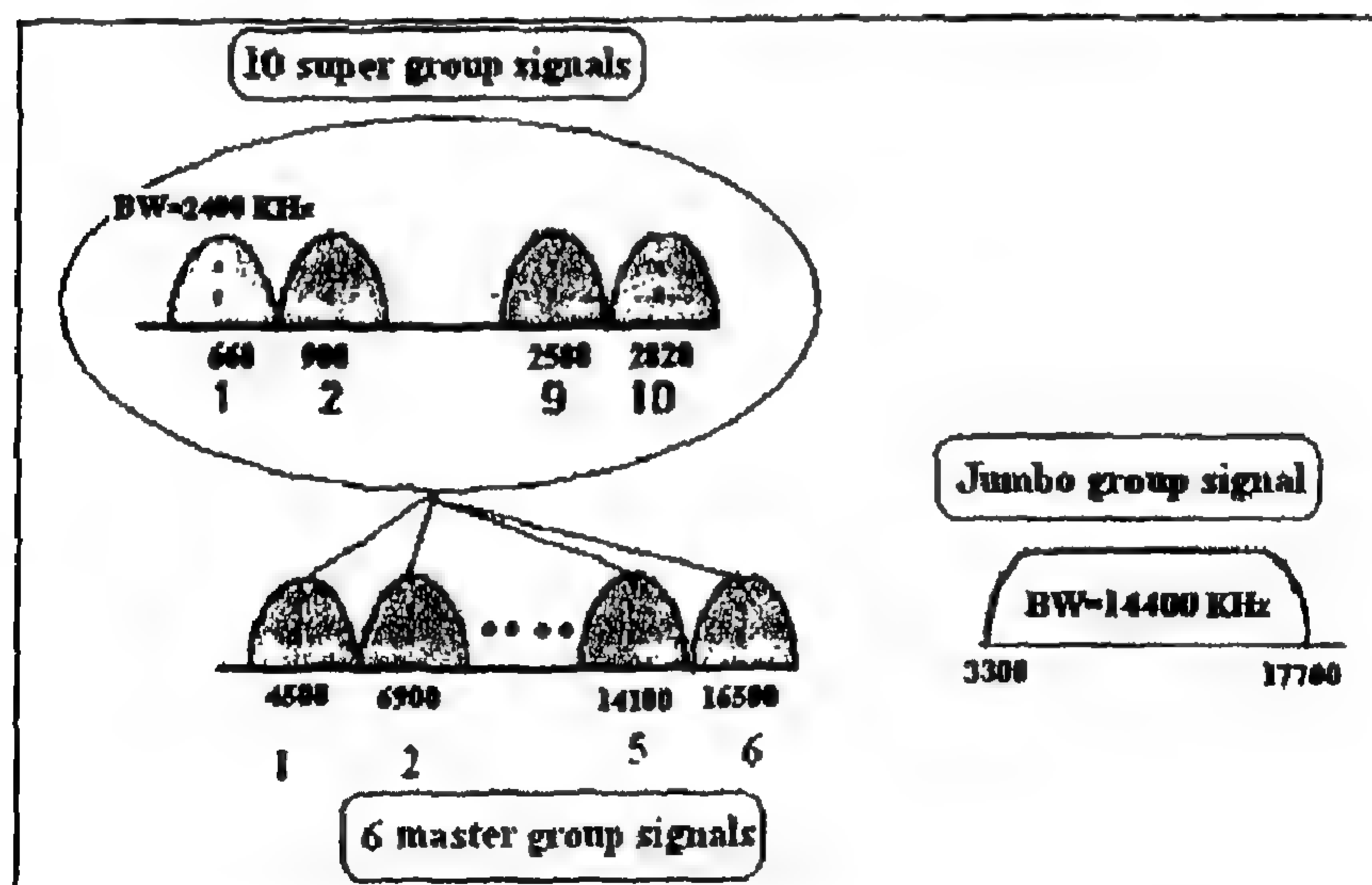
- 5 موجات حاملة تردداتها (420, 468, 516, 564, and 612 KHz) لتحميل 5 group signals
- 10 موجات حاملة تردداتها (660, 900, 1140, 1380, 1620, 1860, 2100, 2340, 2580, and 2820) لتحميل 12 group signals حيث أن كل super group signal تحتوي على 5 group signals
- 1 موجة حاملة ترددها يساوي (4500 KHz) لتحميل master group signal والتي تحتوي على 12 super group
- إجمالي عدد الموجات الحاملة المستخدمة في نقل 600 قناة صوتية هو $10+5+12=28$ موجة حاملة
- يتم استخدام 28 موجة حاملة في نقل 600 قناة صوتية بدلا من استخدام 600 موجة حاملة بواقع موجة حاملة لكل قناة صوتية
- الشكل رقم 14 يوضح عملية تقسيم 600 قناة صوتية إلى 10 group signals, 5 super group signals and one master group signal .

(d) التجميع الضخم Jumbo grouping

- يمكن تجميع عدد من master group signals لتكوين one jumbo group signal .
- الشكل رقم 15 يوضح تجميع ستة Master group signals لإنتاج one jumbo group signal لها مدى ترددي يساوي (2400*6=14400 KHz) من 4500-3300KHz إلى 1200-16500KHz . ترددات الموجة الحاملة لتحميل 6 master group signals هي: (4500, 6900, 9300, 11700, 14100, 16500 KHz) . الشكل رقم 15 يوضح تجميع ستة master group signals لإنتاج Jumbo group signal لها مدى ترددي = 14400KHz

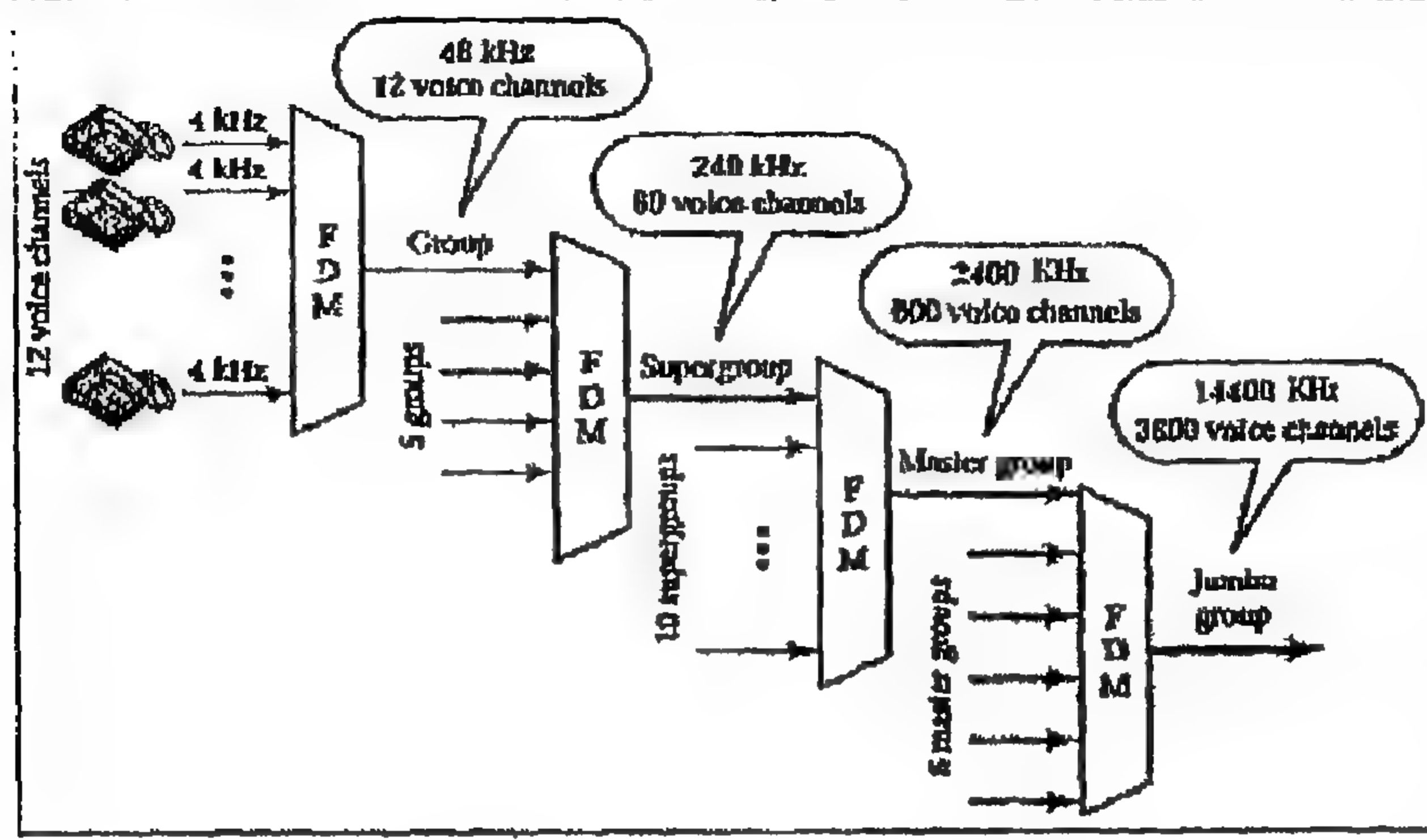


شكل 14: عملية تقسيم 600 قناة صوتية إلى: 5 group signal, 10 super group signals and one master group signal



الشكل رقم 15 يوضح تجميع ستة master group signals لإنتاج one jumbo group signal لها مدى ترددي = 14400KHz

الشكل رقم 16 يوضح عملية تقسيم 3600 قناة صوتية إلى 10- 5-group signals , jumbo group super group signals, and 6 master group signals signal



شكل 16 : عملية تقسيم 3600 قناة صوتية إلى 10-super group 5-group signals , one Jumbo group signal, and 60 master group signal لتكوين

إجمالي عدد الموجات الحاملة اللازمة لمزج 3600 قناة صوتية يساوي 34 تحسب على النحو التالي:

- 12 موجة حاملة لتحميل كل 12 قنوات صوتية
- 5 موجة حاملة لتحميل كل 5 group signals
- 10 موجات حاملة لتحميل كل 10 super group signals
- 6 موجات حاملة لتحميل كل 6 master group signals
- 1 موجة حاملة لتحميل one jumbo group signal

مثال 6 :

وضح بالرسم عملية مزج 40 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz

الحل:

مزج 40 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz يتم على النحو التالي

(1) الموجات الحاملة لكل 5 قنوات صوتية هي : 62, 66, 70, 74, 78 KHz بعرض كل قناة = 4 KHz

(2) مزج كل 5 قنوات للحصول group وبالتالي يكون لدينا 8 groups (G1, G2, G3, ..., G8) عرض كل group = 20 KHz

(3) مزج كل 2 groups لتكوين super-group signal وبالتالي يكون لدينا 4 super-group signals (SG1, SG2, SG3, SG4) بعرض 40 KHz لكل super-group signal

(4) فرض تحميل 2 group-signal على موجات حاملة تردداتها 200, and 220 KHz

(5) مزج كل 2 super-groups لتكوين master-group signal وبالتالي يكون لدينا 2 master-group signals (MG1 and MG2) بعرض 80 KHz لكل master-group signal

(6) فرض تحميل كل 2 super-group signals على الموجات الحاملة 300 and 340 KHz

(7) مزج 2 master-group signals لتكوين one jumbo-group signal بعرض 160 KHz

(8) فرض تحميل كل 2 master-group signals على الموجات الحاملة : 400 and 480 KHz

(9) تحميل jumbo-group signal على موجة حاملة 600 KHz

(10) إجمالي عدد الموجات الحاملة 12 موجة حاملة :

■ 5 موجات لتحميل لقنوات الصوت (62, 66, 70, 74, and 78 KHz)

■ 2 موجة لتحميل groups (200 and 220 KHz)

- 2 موجه لتحميل (300 and 340 kHz) super groups
- 2 موجه لتحميل (400 and 480 KHz) master groups
- 1 موجه لتحميل (600 KHz) jumbo group

الشكل رقم 17 يوضح عملية multiplexing في تقسيم 40 قناة صوتية إلى:

8-group signals , 4-super group signal, and 2 master group signal

لتكوين one Jumbo group signal أثناء عملية multiplexing.

الشكل 18 يوضح طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من:

group signals, super-group signal, master group signals, and jumbo group signals .

الشكل رقم 19 يوضح عملية demultiplexing في إعادة تجميع 40 قناة

صوتية من:

8-group signals , 4-super group and 2 master group signal

لتكوين one Jumbo group signal

مثال 7 :

وضح بالرسم عملية مزج 80 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz

الحل:

عملية مزج 80 قناة صوتية عرض كل منها 4 KHz تتم النحو التالي

(1) الموجات الحاملة لكل 5 قنوات صوتية هي : 62, 66, 70, 74, 78 KHz بعرض

لـ

كل قناة = 4 KHz

(2) مزج كل 5 قنوات للحصول group وبالتالي يكون لدينا 16 groups (G1, G2,

G3,, G16) عرض كل group = 20 K Hz

(3) مزج كل 4 groups لتكوين super-group signal وبالتالي يكون لدينا 4 super-group signals (SG1, SG2, SG3, SG4) بعرض 80 KHz لكل super-group signal

(4) فرض تحميل 4 group-signal على موجات حاملة تردداتها (200, 220, 240 and 260 KHz)

(5) مزج كل 2 super-groups لتكوين master-group signal وبالتالي يكون لدينا 2 master-group signals (MG1 and MG2) بعرض 160 KHz لكل master-group signal

(6) فرض تحميل كل 2 super-group signals على الموجات الحاملة 320 and 400 KHz

(7) مزج 2 master-group signals لتكوين one jumbo-group signal بعرض 320 KHz

(8) فرض تحميل كل 2 master-group signals على الموجات الحاملة : 480 and 640 KHz

(9) تحميل jumbo-group signal على موجة حاملة 800 KHz

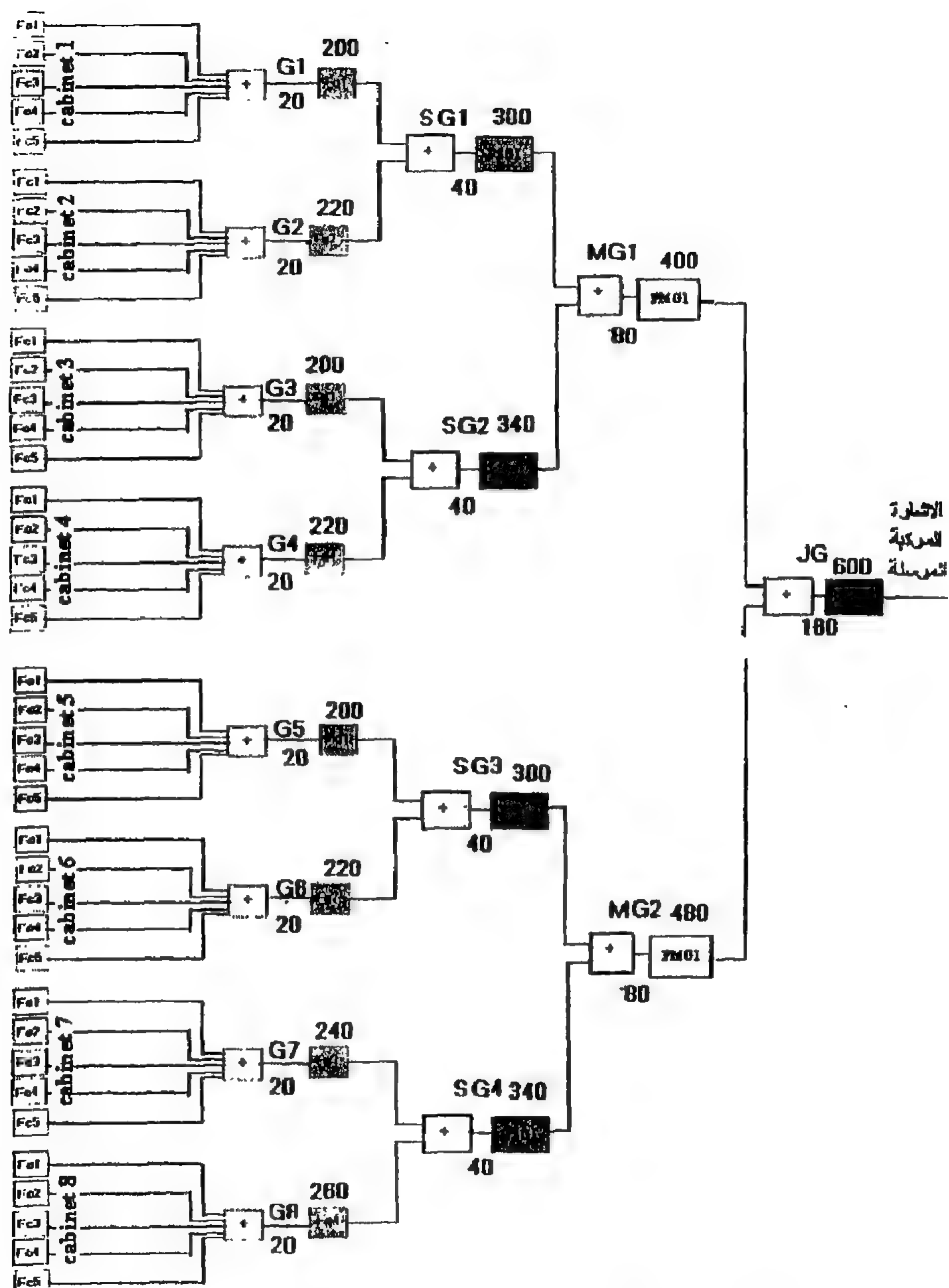
الشكل رقم 20 يوضح عملية تقسيم 80 قناة صوتية إلى :

16 group signals , 4 super-group signals, and 2 master-group signals

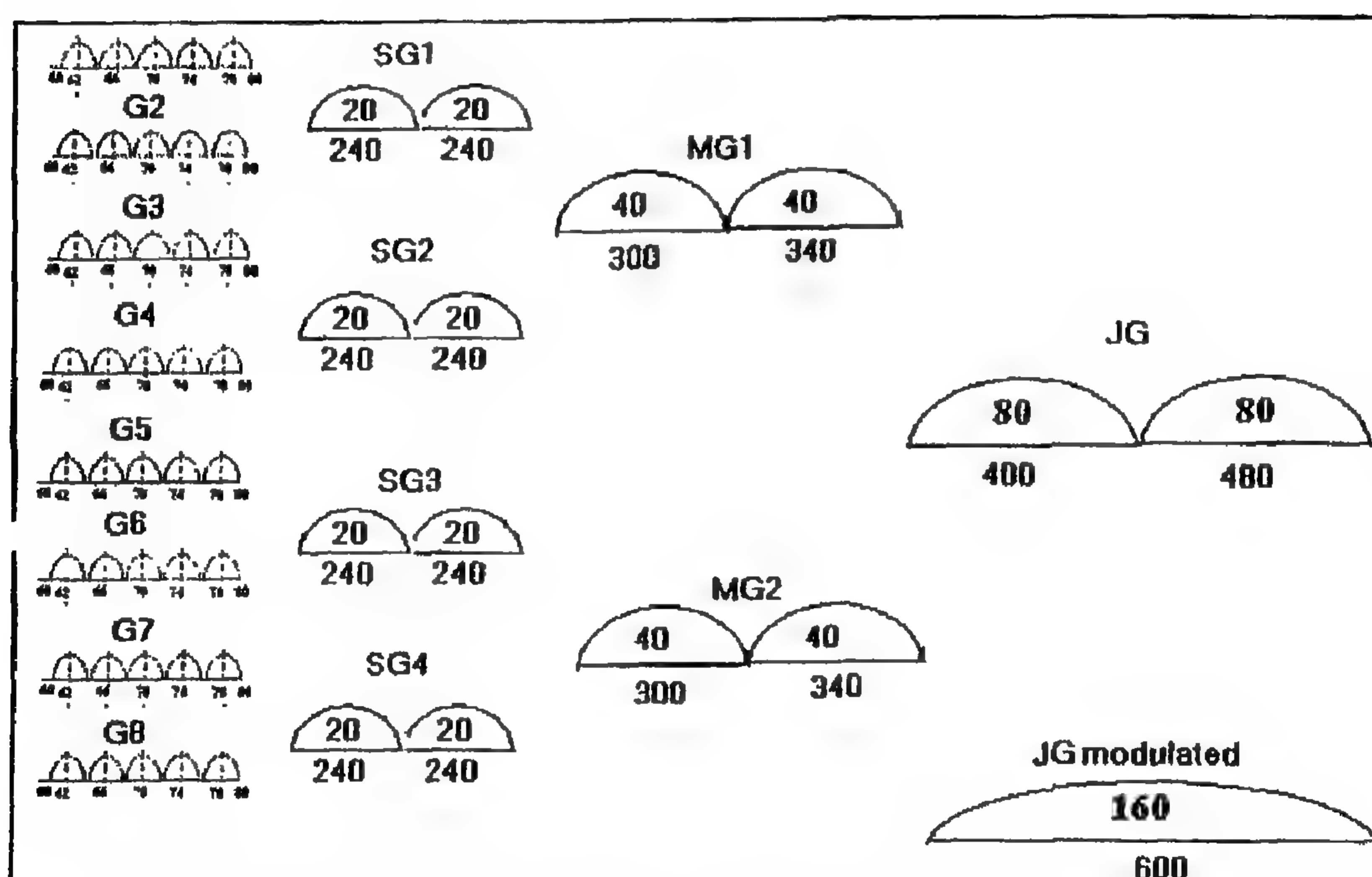
لتكوين one jumbo group signal أثناء عملية multiplexing.

الشكل 21 يوضح طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من

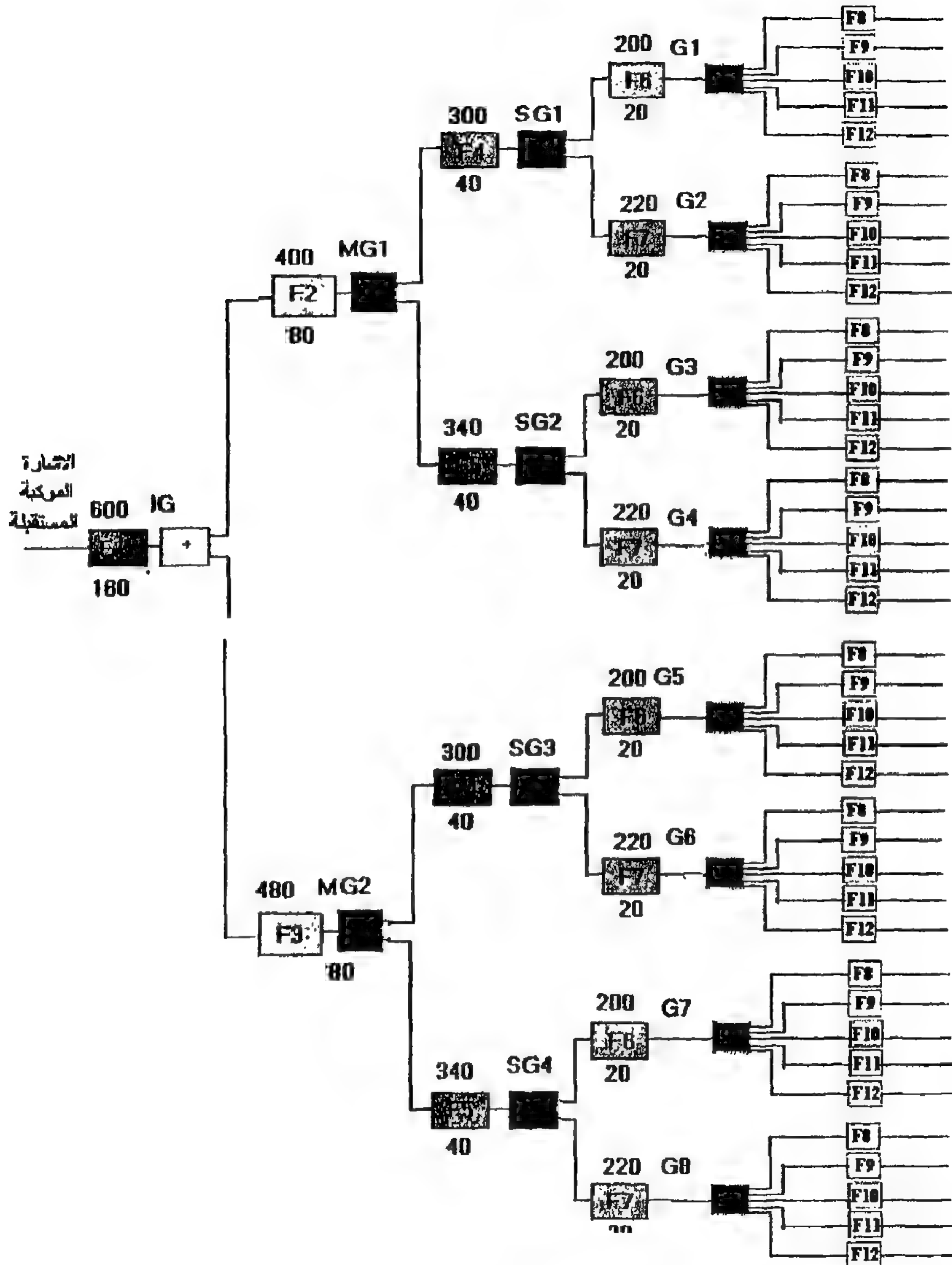
group signals, super-group signal, master group signals, and jumbo group signals.



شكل 17: عملية تقسيم 40 قناة صوتية إلى 8 group signals , 4 super-group signals, and 2 master-group signals لتكوين one jumbo group signal أثناء عملية multiplexing

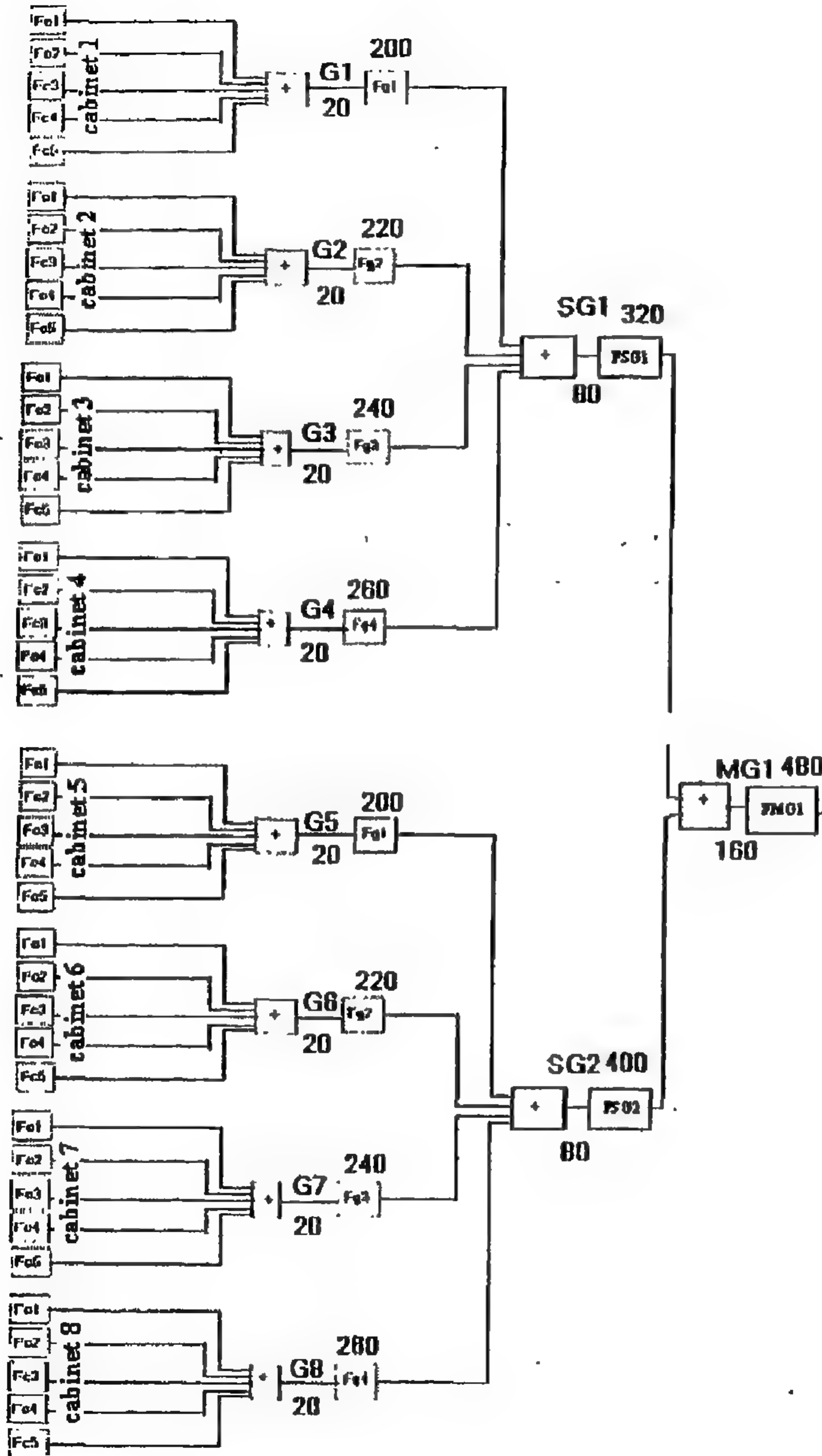


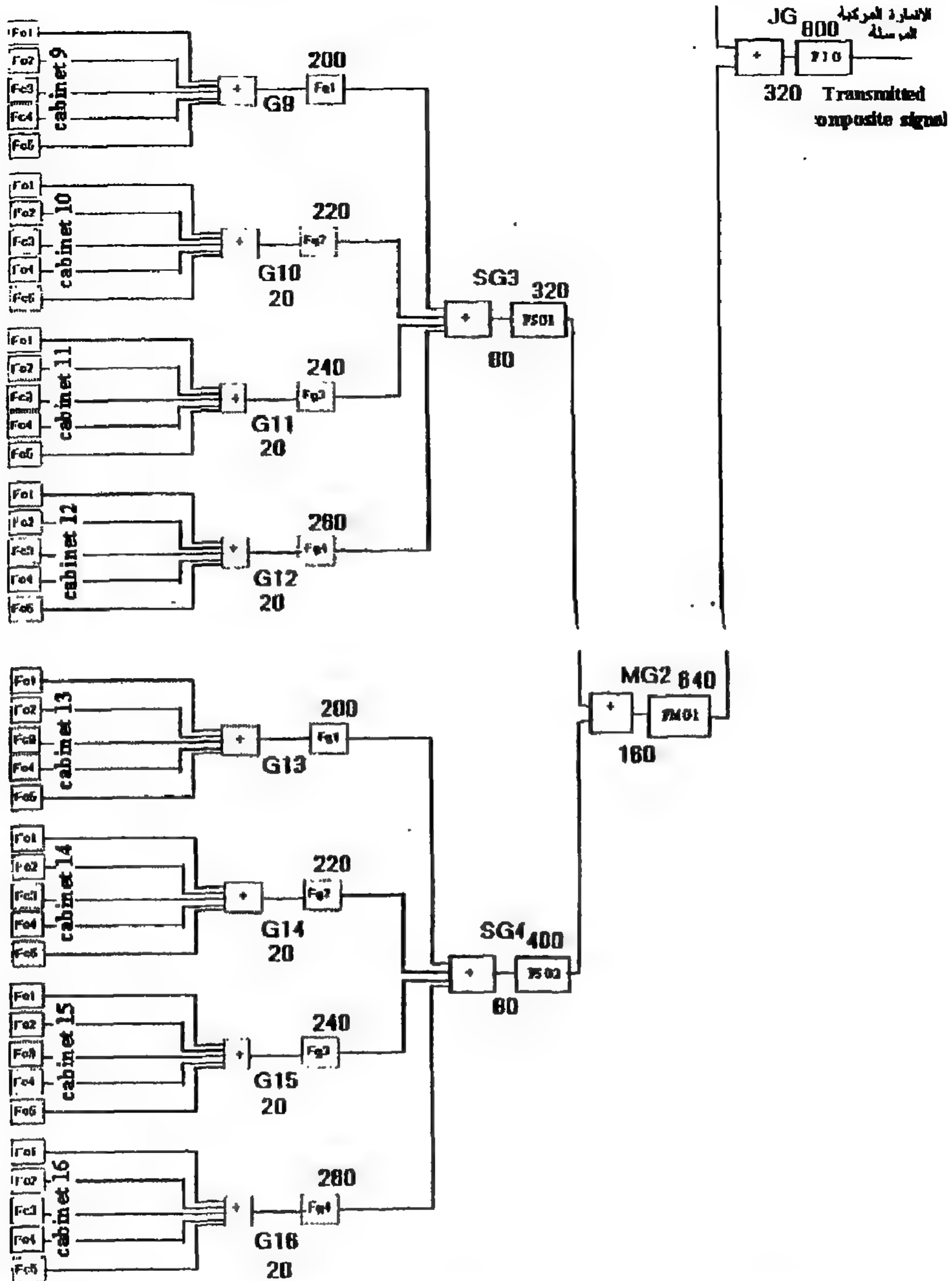
الشكل 18: طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من group signals, super-group signal, master group signals, and jumbo group signals



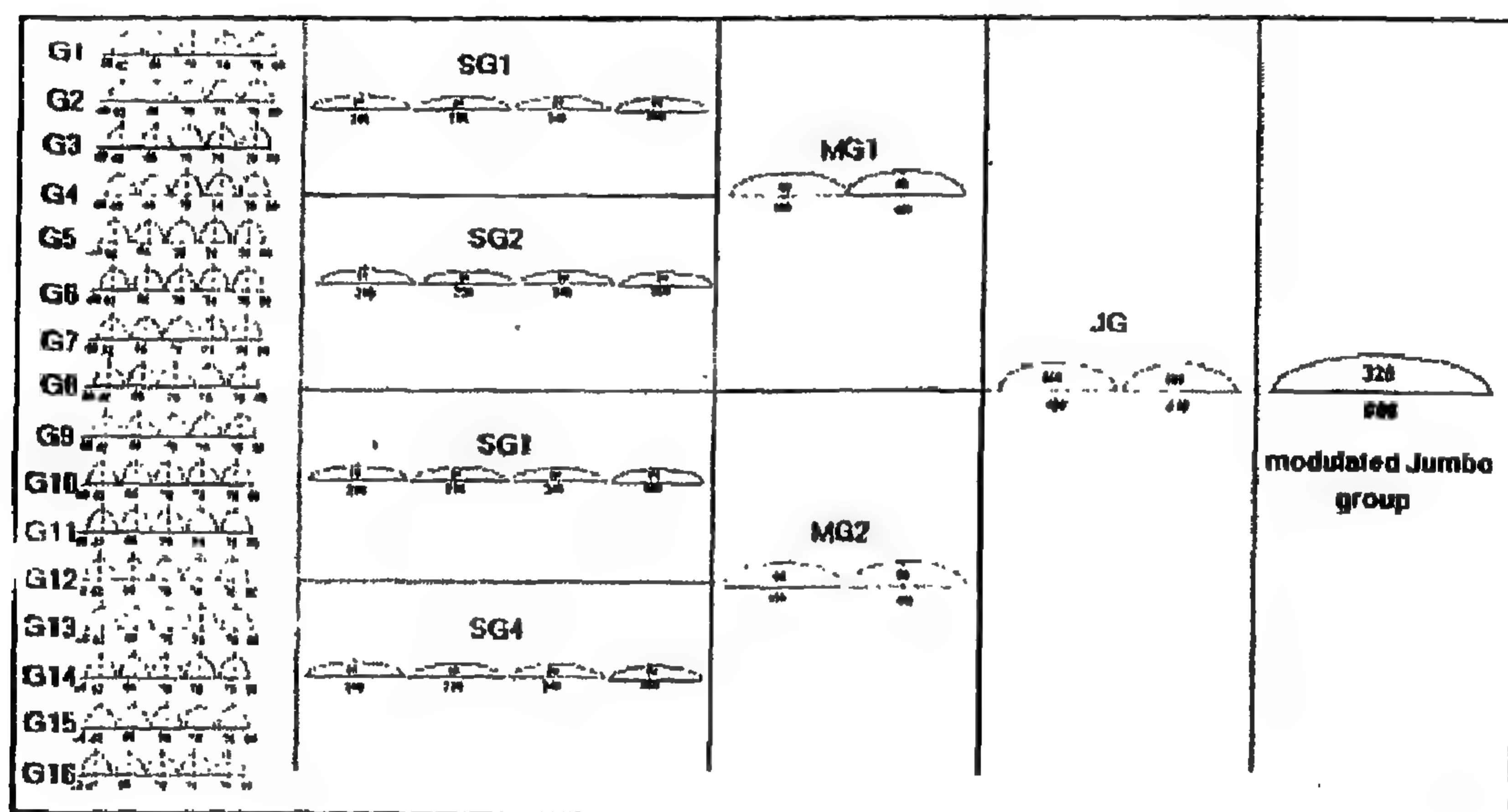
شكل 19 : عملية إعادة تجميع 40 قناة صوتية من 8 group signals , 4 super-group signals, and 2 master-group signals
 one jumbo group signal لتكوين

إنشاء عملية demultiplexing





شكل 20: عملية تقسيم 80 قناة صوتية إلى 16 group signals , 4 super- group signals and 2 master- group signals
 أثناء عملية multiplexing



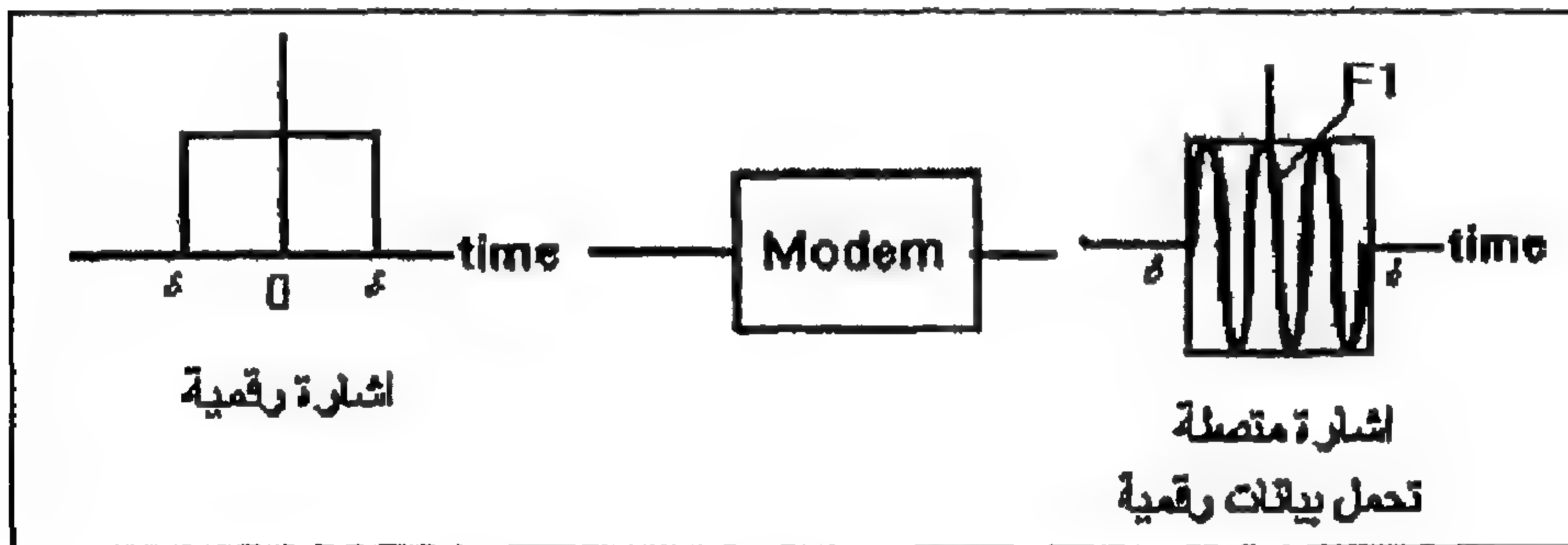
الشكل 21 يوضح طيف القنوات الصوتية بالإضافة إلى طيف كل من group signals, super-group signal, master group signals, and jumbo group signals

4.4 تقنية المزج الزمني

TIME DIVISION MULTIPLEXING (TDM)

تستخدم تقنية المزج الزمني (TDM) عندما يكون data rate capacity لقناة الإرسال أكبر من مجموع data rate للإشارات الرقمية المراد إرسالها. فعلى سبيل المثال يمكن إرسال ثلاث إشارات رقمية لكل منهم $DR=20$ bps إذا كان DR لوسط الإرسال أكبر من 60bps

تقنية TDM هي عملية مزج زمني للإشارات الرقمية وذلك بتجميع الإشارات الرقمية من أكثر من مصدر على رابط واحد فقط. في هذه التقنية يكون لدينا إشارة رقمية أو إشارات متصلة تحمل بيانات رقمية. الشكل رقم 22 يوضح استخدام modem في تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة (تحمل بيانات رقمية)



شكل 22: استخدام modem في تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة متصلة (تحمل بيانات رقمية)

إذا كان لدينا إشارة متصلة تحمل بيانات متصلة فأننا نستخدم تقنية (Pulse-Coded Modulation PCM) لتحويل الإشارة المتصلة إلى إشارة رقمية. الإشارات الرقمية (digital signal) أو إشارات متصلة تحمل بيانات رقمية (analog signals carrying digital data) يمكن تجميعها على رابط واحد فقط باستخدام تقنية المزج الزمني وذلك من خلال أخذ جزء من كل إشارة عند كل لحظة زمنية. أي أنه في تقنية TDM يكون هناك مشاركة زمنية.

باستخدام تقنية TDM يتم تقسيم وحدة الزمن (second) إلى عدة إطارات (frames) وكل إطار يقسم إلى عدة شقوق (slots) وكل شق يحتوي على معلومة من كل إشارة رقمية

يوجد نوعان من التقسيم الزمني تبعاً لنوع التزامن:

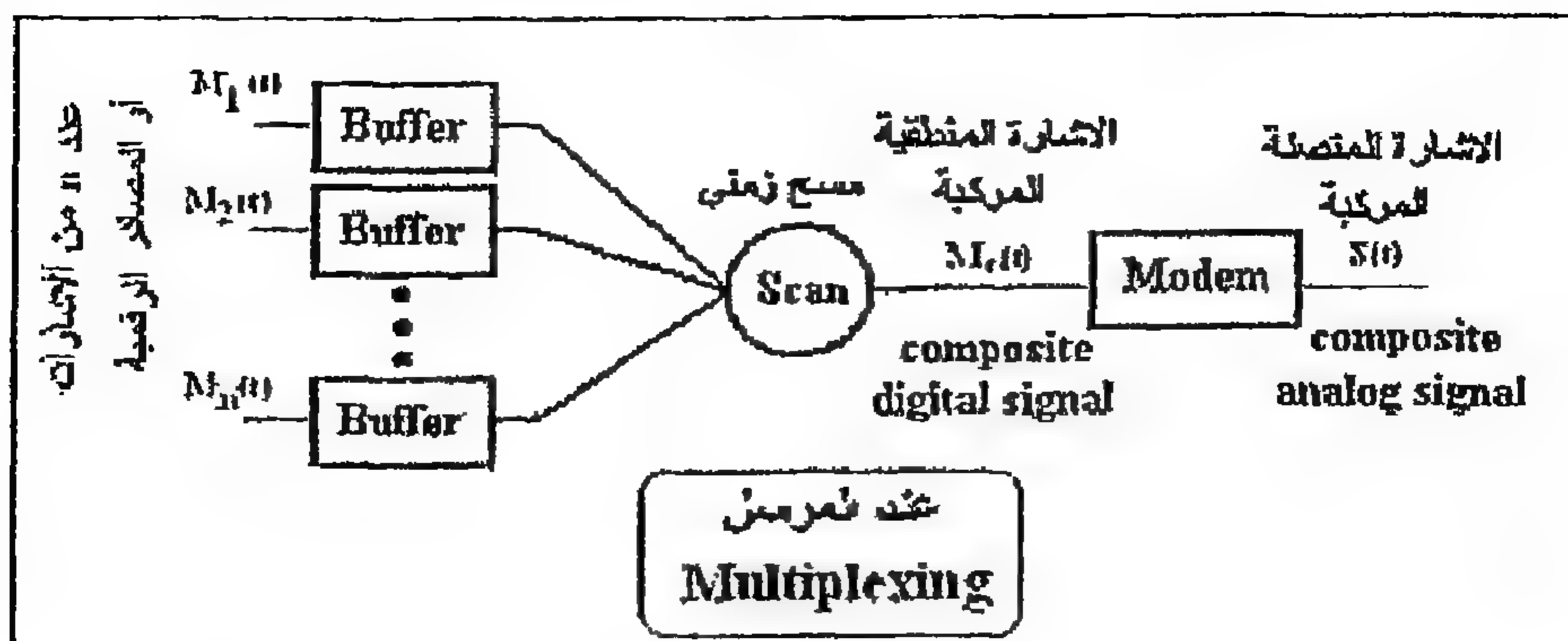
(1) في الإرسال المتزامن: يتم إرسال bit مع كل slot حيث أنه يتم أخذ أول bit من أول رسالة ثم أول bit من الرسالة الثانية إلى أن نأخذ أول bit من الرسالة الأخيرة وذلك لتشكيل الإطار الأول ثم يتم تشكيل الإطار الثاني من عدة شقوق كل شق يحتوي على bit الثاني من كل رسالة ثم تعاد العملية حتى يتم الوصول إلى الإطار الأخير الذي يحتوي على عدة شقوق كل شق يحتوي على bit الأخير من كل رسالة. في هذه الحالة يكون عدد الشقوق داخل كل إطار يساوي عدد الرسائل وعدد الإطار يساوي عدد البتات في أطول رسالة. أطول رسالة يعني الرسالة التي تحتوي على أكبر عدد من البتات

(2) في الإرسال الغير متزامن: يتم إرسال حرف مع كل slot حيث أنه يتم أخذ أول حرف من أول رسالة ثم أول حرف من الرسالة الثانية إلى أن نأخذ أول حرف من الرسالة الأخيرة وذلك لتشكيل الإطار الأول ثم تعاد العملية مرة أخرى لتشكيل الإطار الثاني وتستمر حتى يتم الانتهاء من تشكيل الإطار الأخير الذي يحتوي على عدة شقوق وكل شق يحتوي على الحرف الأخير من كل رسالة. في هذه الحالة يكون عدد الشقوق داخل كل إطار يساوي عدد الرسائل وعدد الإطار يساوي عدد الأحرف في أطول رسالة. أطول رسالة يعني الرسالة التي تحتوي على أكبر عدد من الأحرف

تقنية TDM في الإرسال (multiplexing)

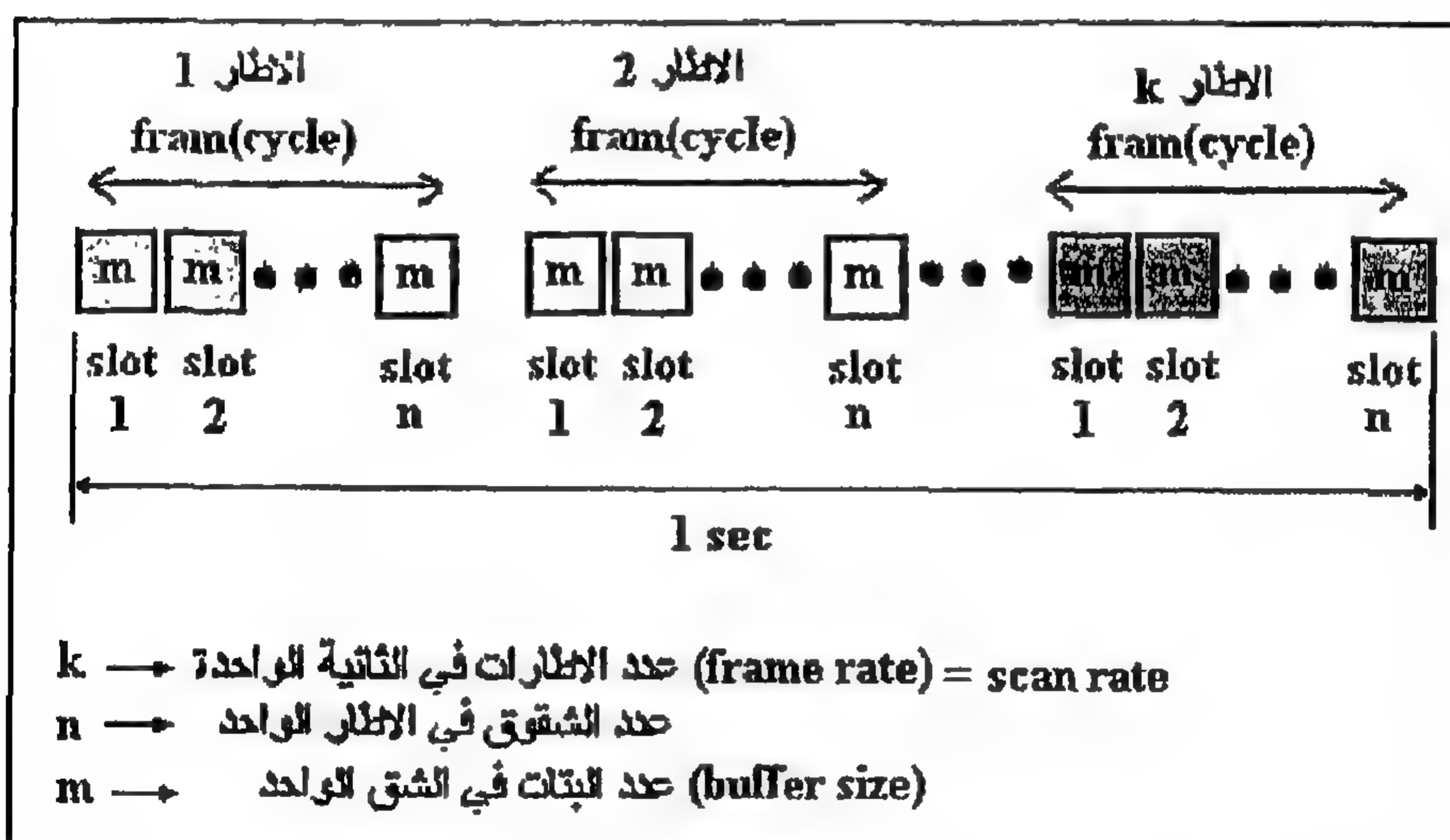
الشكل رقم 23 يوضح تقنية المزج الزمني في الإرسال (multiplexing)

- بفرض وجود عدد n من المصادر التي تقوم بإنشاء الإشارات الرقمية وكل إشارة لها معدل سريان data rate (الإشارة الأولى لها $\text{data rate} = M_1(t)$ والإشارة الثانية لها $\text{data rate} = M_2(t)$ والإشارة رقم n لها $\text{data rate} = M_n(t)$)
- يتم إجراء مسح scan بمعدل زمني ثابت على جميع الإشارات بالتتابع وفي خلال كل scan يتم تخزين عدد من بتات كل مصدر داخل buffer طبقا للسعة التخزينية لهذا buffer
- كل scan يمثل إطار واحد للبيانات التي يتم تجميعها من جميع المصادر على التوالي
- عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate) يساوي معدل المسح scan rate (عدد مرات المسح في الثانية الواحدة)
- الإطار الواحد يحتوي على عدد من slots
- كل slot يحتوي على عدد من bits يساوي سعة buffer التخزينية (buffer size) بفرض أن $\text{buffer size} = 4 \text{ bits}$ (كل slot يحتوي على 4 bits) وبفرض أن كل جزء من الإشارة الواحدة يخزن داخل one slot
- يتم تخزين أول 4-bits من المصدر الأول في buffer (slot) الأول ثم تخزين أول 4-bits من المصدر الثاني في buffer (slot) الثاني حتى يتم تخزين أول 4-bits من المصدر الأخير في buffer (slot) الأخير وبذلك يتم تشكيل الإطار الأول
- بانتهاء scan الأولى يكون قد تم تكوين الإطار الأول الذي يحتوي على الجزء الأول من كل إشارة والذي يتكون من 4 bits
- في نهاية scan الثانية يكون لدينا الإطار الثاني الذي يحتوي على الجزء الثاني من كل إشارة
- بانتهاء عملية المسح يكون لدينا عدد من الإطارات (في الثانية الواحدة) والذي يمثل الإشارة المركبة والتي يتم إدخالها إلى Modem لتحويلها إلى إشارة متصلة ثم إرسالها عبر قناة الإرسال



شكل 23: المزج الزمني عند المرسِل (multiplexing)

الشكل رقم 24 يوضح تقسيم وحدة الزمن (second) إلى عدة إطارات (k) وتقسيم كل إطار إلى عدة شقوق (n) وكل شق يحتوي على عدد من البتات (m) يساوي سعة buffer التخزينية



شكل 24 : تقسيم وحدة الزمن (second) إلى عدة إطارات (k) وتقسيم كل إطار إلى عدة شقوق (n) وكل شق يحتوي على عدد من البتات (m) يساوي سعة buffer التخزينية

في تقنية المزج الزمني يتم مسح الشق الزمني (time slot) لكل إشارة حتى إذا لم يكن هناك بيانات (بت أو حرف) للإشارة عند هذا الشق الزمني. أي يمكن أن يكون هناك شق لا يحتوي على data

تقنية TDM في الاستقبال (demultiplexing)

الشكل رقم 25 يوضح تقنية المزج الزمني في الاستقبال (demultiplexing) في الاستقبال تتم عملية عكسية لما تم في الإرسال (demultiplexing) وذلك لاستخلاص الإشارات الأصلية من الإشارة المركبة

• Modem يقوم بتحويل الإشارة المركبة المتصلة (analog composite signal) إلى إشارة رقمية مركبة (digital composite signal)

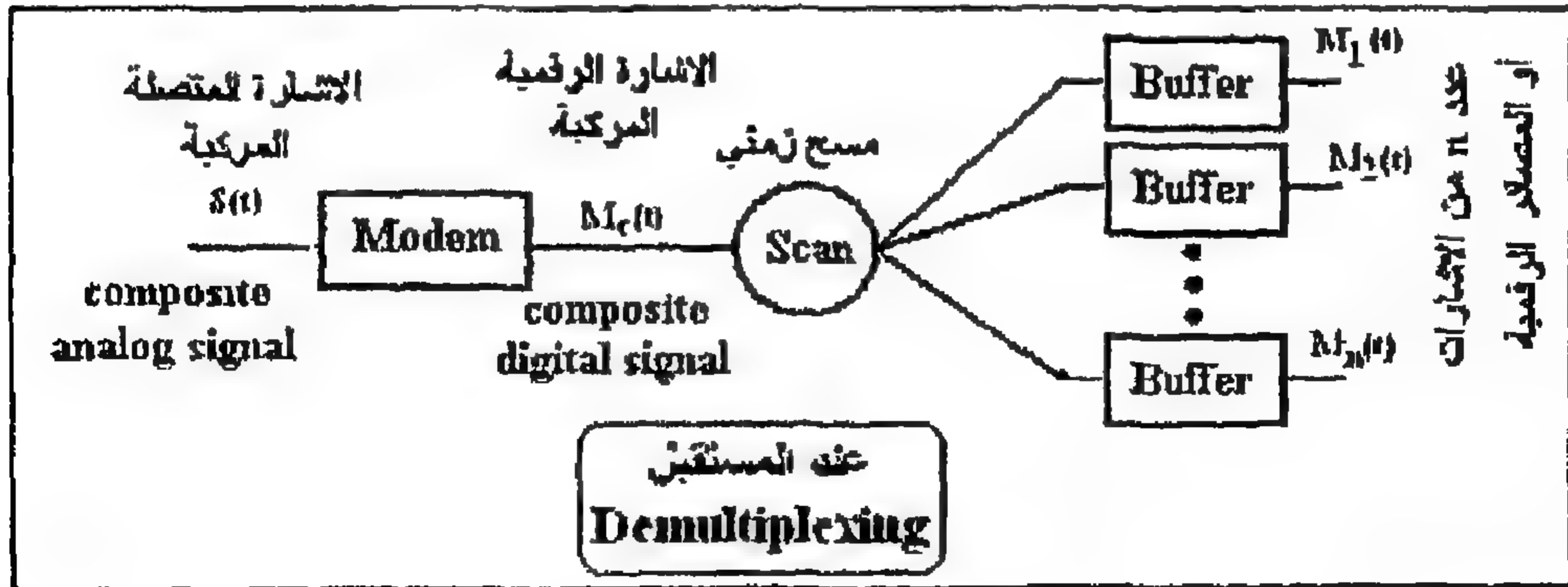
• يتم المسح بصورة عكسية لعملية الإرسال حيث يتم إعادة توزيع محتوى slots للحصول على الإشارات الأصلية على النحو التالي: بفرض أن $\text{buffer size} = 4$ bits وبفرض أن كل جزء من الإشارة الواحدة يخزن داخل one slot

○ في scan الأولى (الإطار الأول): يخزن محتوى slot الأول (4 bits) في buffer الخاص بالإشارة الأولى والذي يمثل الجزء الأول من الإشارة الأصلية الأولى ومحتوى slot الثانية يخزن داخل buffer الخاص بالإشارة الثانية والذي يمثل الجزء الأول من الإشارة الثانية وهكذا

○ في نهاية scan الأولى يكون قد تم الحصول على الجزء الأول من كل إشارة أصلية

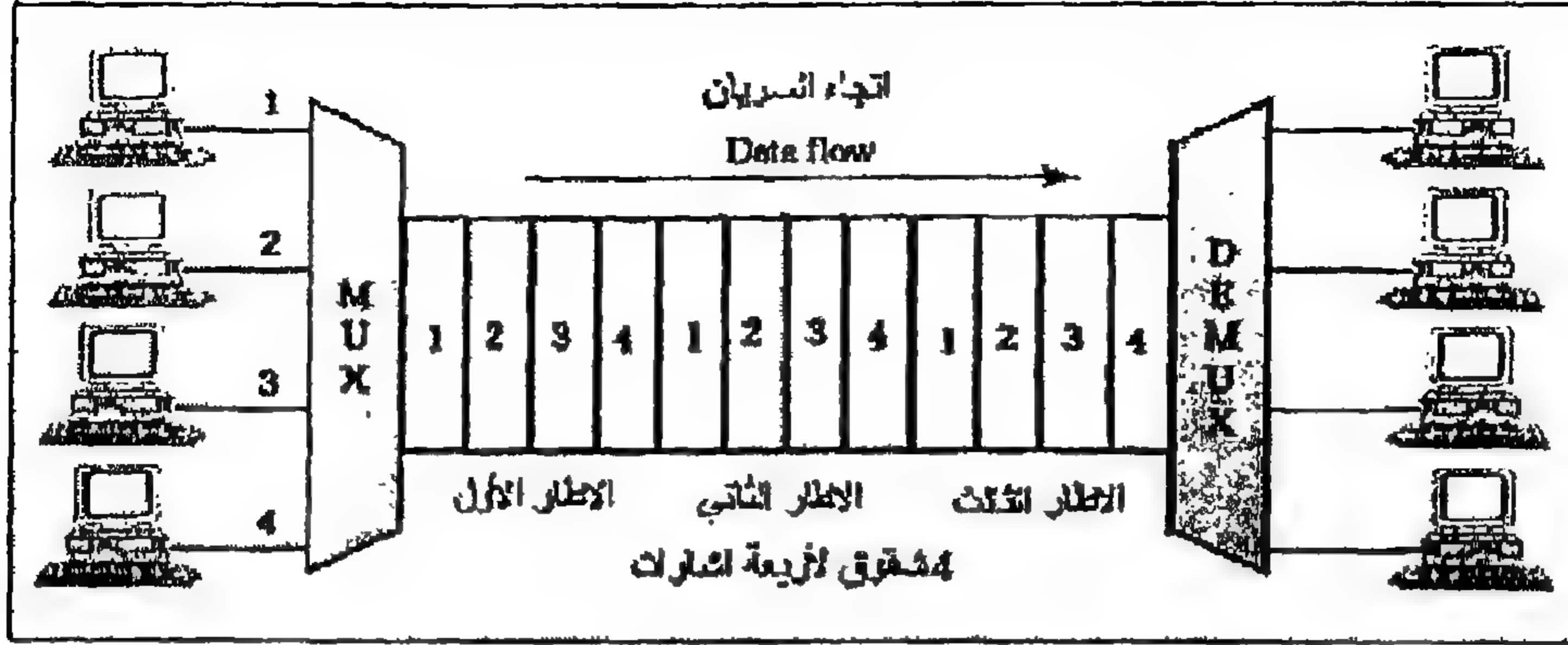
○ في scan الثانية (الإطار الثاني): يتم إعادة توزيع محتوى slots على buffers لتكوين الجزء الثاني من كل إشارة أصلية

○ بانتهاء عملية scan يكون قد تم الحصول على الإشارات الأصلية بالكامل



شكل 25 : تقنية المزج الزمني عند المستقبل (demultiplexing)

الشكل رقم 26 يوضح استخدام عملية TDM في مزج وفك مزج أربعة إشارات في الإرسال والاستقبال

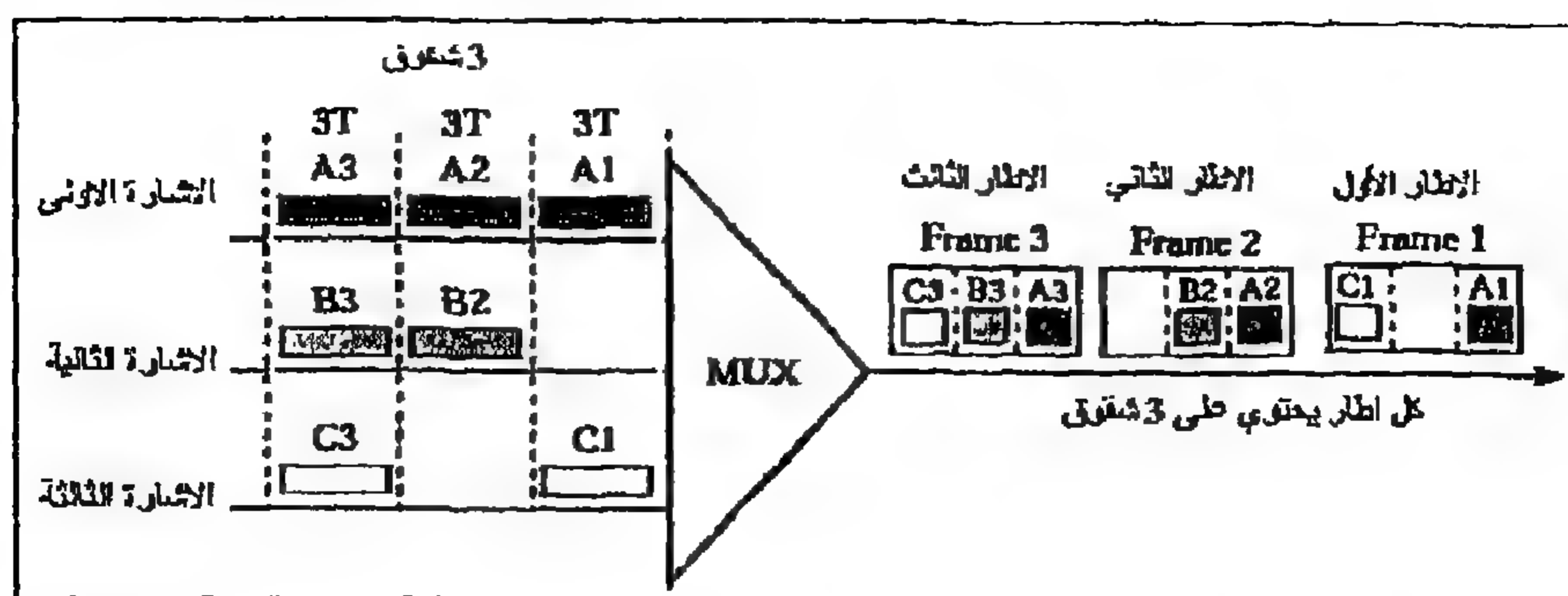


شكل 26: عملية TDM في مزج وفك مزج أربعة إشارات في الإرسال والاستقبال

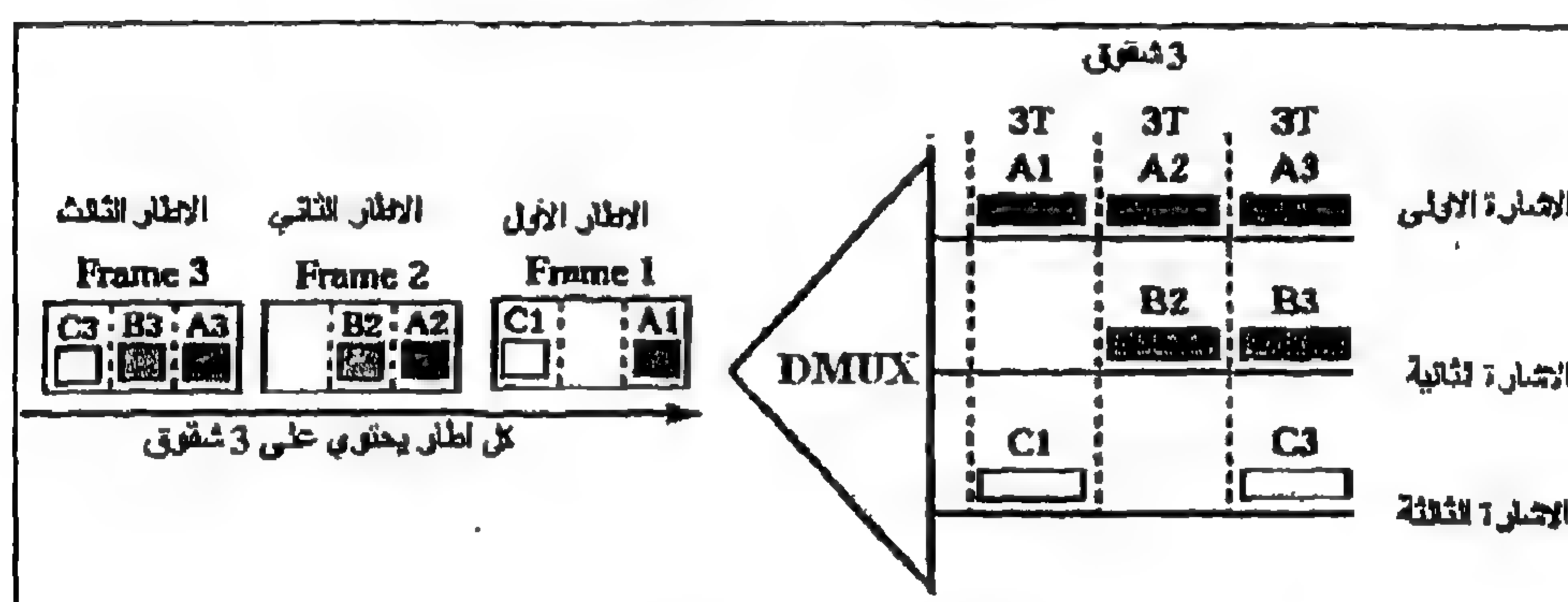
من الشكل 26 يتضح وجود 4 مصادر (أربع إشارات رقمية) وثلاث إطارات. الإطار الأول يحتوي على الجزء الأول من كل إشارة (4 slots). الإطار الثاني يحتوي على الجزء الثاني من كل إشارة (4 slots). الإطار الثالث يحتوي على الجزء الثالث من كل إشارة (4 slots).

إطارات المزج الزمني TDM frames

الشكل رقم 27 توضح عملية TDM في الإرسال لمزج المعلومات من ثلاث إشارات (عملية multiplexing) حيث أن الإشارة الأولى: تتكون من ثلاثة أجزاء (3 bits أو ثلاثة حروف) والإشارة الثانية: تتكون من فراغ ثم جزأين (2 bits أو حرفان) والإشارة الثالثة: تتكون من جزأين بينهم فراغ (2 bits أو حرفان بينهم فراغ). الشكل رقم 28 يوضح عملية TDM في الاستقبال لفك مزج المعلومات (عملية demultiplexing)

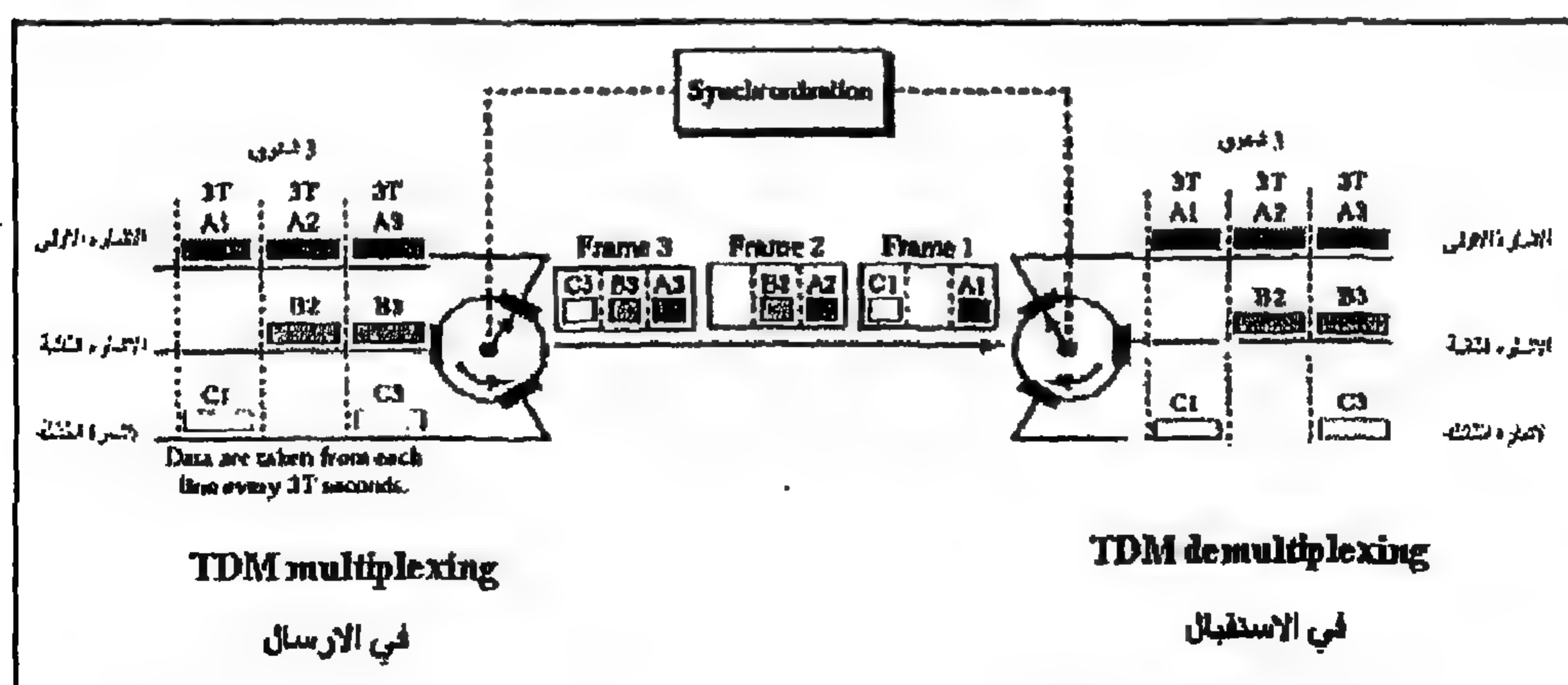


الشكل رقم 27 يوضح عملية TDM في الإرسال لمزج المعلومات
من ثلاث إشارات (عملية multiplexing)



الشكل رقم 28 يوضح عملية TDM في الاستقبال لفك مزج المعلومات
من ثلاث إشارات (عملية demultiplexing)

الشكل رقم 29 يوضح عملية TDM مع وجود تزامن في المسح بين الإرسال والاستقبال



شكل 29: عملية TDM مع وجود تزامن في المسح بين الإرسال والاستقبال

حسابات تقنية TDM

في جميع الحسابات المستخدمة في تقنية TDM يتم إعطاء التالي كمعطيات للحسابات المطلوبة

المعطيات

(1) معدل المسح Scan rate

(2) معدل سريان البيانات لكل مصدر Data rate for each source

(3) السعة التخزينية في كل شق Buffer size (Bn)

المطلوب

(1) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة Data rate of the composite signal
(DR_C)

(2) أقل معدل سريان بيانات للرابط المستخدم Minimum data rate of the link
(DR_L)

(3) الفترة الزمنية للبت الواحد قبل وبعد المزج Bit interval before and after
multiplexing (δ_B)

(4) عدد الإطارات في الثانية Number of frames per sec (frame rate)

(5) الفترة الزمنية لإطار واحد Frame interval (δ_F)

(6) عدد البتات في كل إطار Number of bit per frame (Fn)

(7) عدد الشقوق في كل إطار Number of slots/frame (Sn)

(8) الفترة الزمنية لشق واحد Slot interval (δ_S)

(9) شكل توزيع بيانات المصادر على الشقوق في كل إطار Slots configuration
with sources

الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (δ_B bit interval) لكل مصدر قبل المزج

$$\text{bit interval} = \delta_B = \frac{1}{DR_S}$$

معدل سريان البيانات (Data rate) للإشارة المركبة DR_C تساوي مجموع معدل سريان البيانات لمصادر الإشارة

$$DR_C = \sum DR_s$$

معدل سريان البيانات (Data rate) لوسط الإرسال DR_L يكون أكبر من أو يساوي معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C

$$DR_L \geq DR_C$$

الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (δ_B bit interval) بعد المزج

$$\text{bit interval} = \delta_B = \frac{1}{DR_C}$$

عدد الإطارات في الثانية = معدل الإطارات (frame rate) = معدل المسح

$$\text{frame rate} = \text{scan rate}$$

الفترة الزمنية لإطار واحد (δ_F frame interval)

$$\text{frame interval} = \delta_F = \frac{1}{\text{frame rate}}$$

بفرض أن $DR_C = DR_T$ فإن

معدل سريان البيانات لوسط الإرسال = عدد الإطارات في الثانية \times عدد البتات في كل إطار (Fn)

$$\begin{aligned} DR_L &= \text{frame rate} * \text{number of bits per frame} \\ &= \text{frame rate} * Fn \end{aligned}$$

عدد البتات في كل إطار

$$\text{number of bits per frame} = Fn = \frac{DR_L}{\text{frame rate}}$$

عدد الشقوق في كل إطار

$$\text{number of slots} = Sn = \frac{\text{Number of bits per frame}}{\text{buffer size}} = \frac{Fn}{Bn}$$

الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_s)

$$\text{slot interval} = \delta_s = \frac{\text{frame interval}}{\text{number of slots per frame}} = \frac{\delta_F}{S_n}$$

مثال 8 :

لدينا ثلاث إشارات رقمية معدل سريان البيانات لها كالتالي

$$DR_1=16000 \text{ bps}, DR_2 = 32000 \text{ bps}, \text{ and } DR_3 = 16000 \text{ bps}$$

ومعدل المسح (scan rate) = 4 KHz. احسب

- (1) معدل سريان الإشارة المركبة (DR_C)
- (2) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال (DR_L)
- (3) الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (δ_B bit interval) بعد المزج
- (4) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
- (5) الفترة الزمنية لإطار واحد (δ_F frame interval)
- (6) عدد البتات في كل إطار (F_n)
- (7) بفرض أن كل شق يأخذ 4 bits ($\text{buffer size} = B_n = 4 \text{ bits}$). أوجد عدد slots في كل إطار (S_n). أوجد الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_s). ارسم توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات
- (8) بفرض أن كل شق يأخذ 2 bits ($\text{buffer size} = B_n = 2 \text{ bits}$). أوجد عدد slots في كل إطار (S_n). أوجد الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_s). ارسم توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات

الحل:

(1) معدل سريان الإشارة المركبة = مجموع معدل سريان البيانات للإشارات

$$DR_C = \sum_1^3 DR_s = 16000 + 32000 + 16000 = 64000 \text{ bps}$$

(2) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال

$$DR_L \geq DR_C$$

$$\geq 6400 \text{ bps}$$

أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال = 64000 bps

(3) الفترة الزمنية لإرسال البت الواحد (δ_B bit interval) بعد المزج

$$\text{bit interval} = \delta_B = \frac{1}{DR_C} = \frac{1}{64000} \text{ sec} = \frac{10^6}{64000} = 15.645 \mu \text{ sec}$$

(4) عدد الإطارات في الثانية = frame rate = معدل المسح =

$$\text{frame rate} = \text{scan rate} = 4000 \text{ frames / sec}$$

(5) الفترة الزمنية لإطار واحد (δ_F frame interval)

$$\text{frame interval} = \delta_F = \frac{1}{\text{frame rate}} = \frac{1}{4000} \text{ sec} = \frac{10^3}{4000} = 0.25 \text{ msec}$$

(6) عدد البتات في كل إطار = معدل سريان البيانات للإشارة المركبة / عدد

الإطارات في الثانية

$$\text{number of bits per frame} = Fn = \frac{DR_L}{\text{frame rate}} = \frac{64000}{4000} = 16 \text{ bits}$$

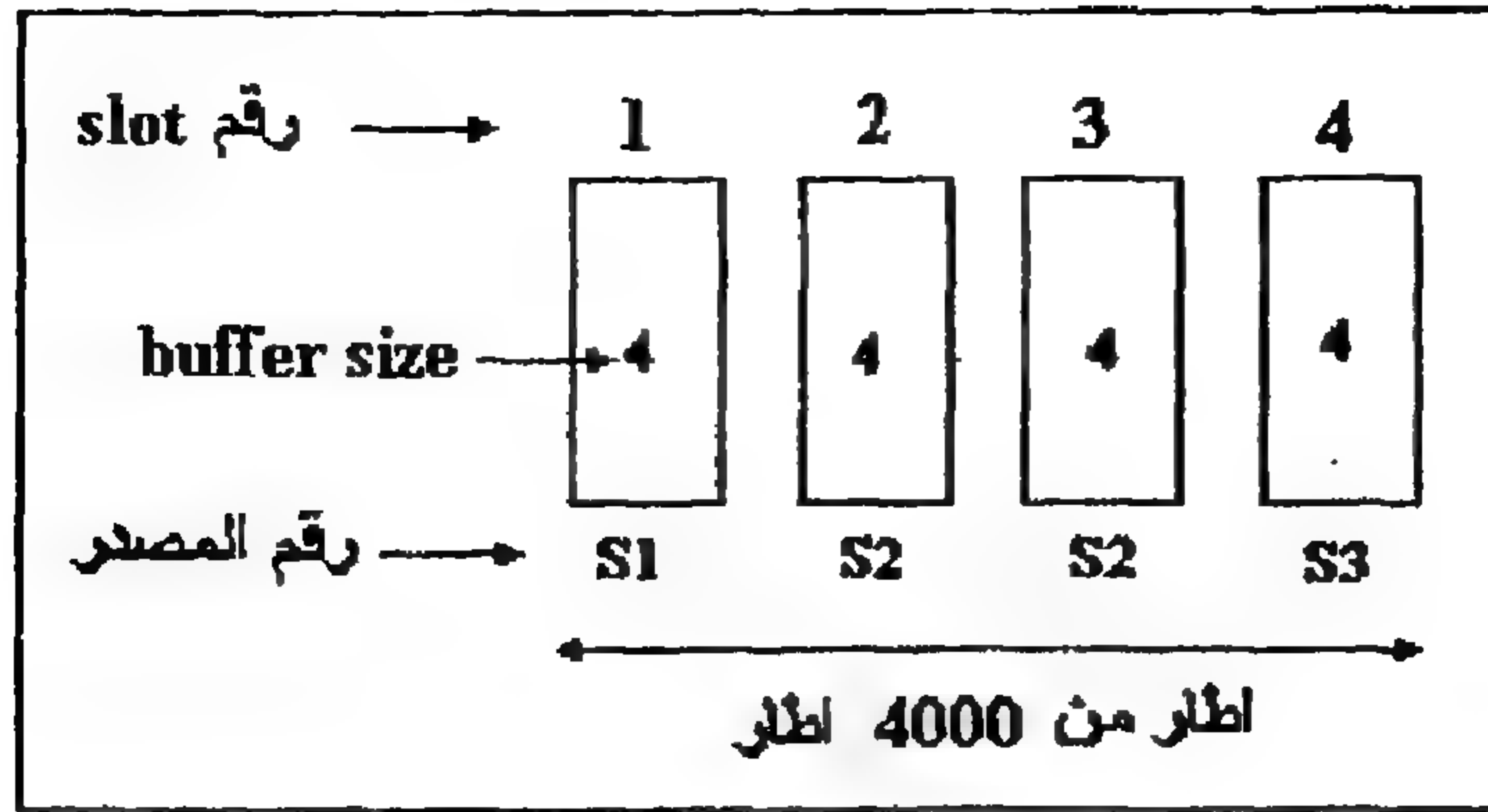
(7) عدد slots في كل إطار (S_n) = عدد البت لكل إطار (F_n) / buffer (B_n)

size

$$\text{number of slots} = S_n = \frac{\text{Number of bits per frame}}{\text{buffer size}} = \frac{F_n}{B_n} = \frac{16}{4} = 4 \text{ slots}$$

الفترة الزمنية لفتق واحد (δ_s slot interval)

$$\text{slot interval} = \delta_s = \frac{\text{frame interval}}{\text{number of slots per frame}} = \frac{\delta_F}{S_n} = \frac{0.25 \text{ msec}}{4} = 62.5 \mu \text{ sec}$$



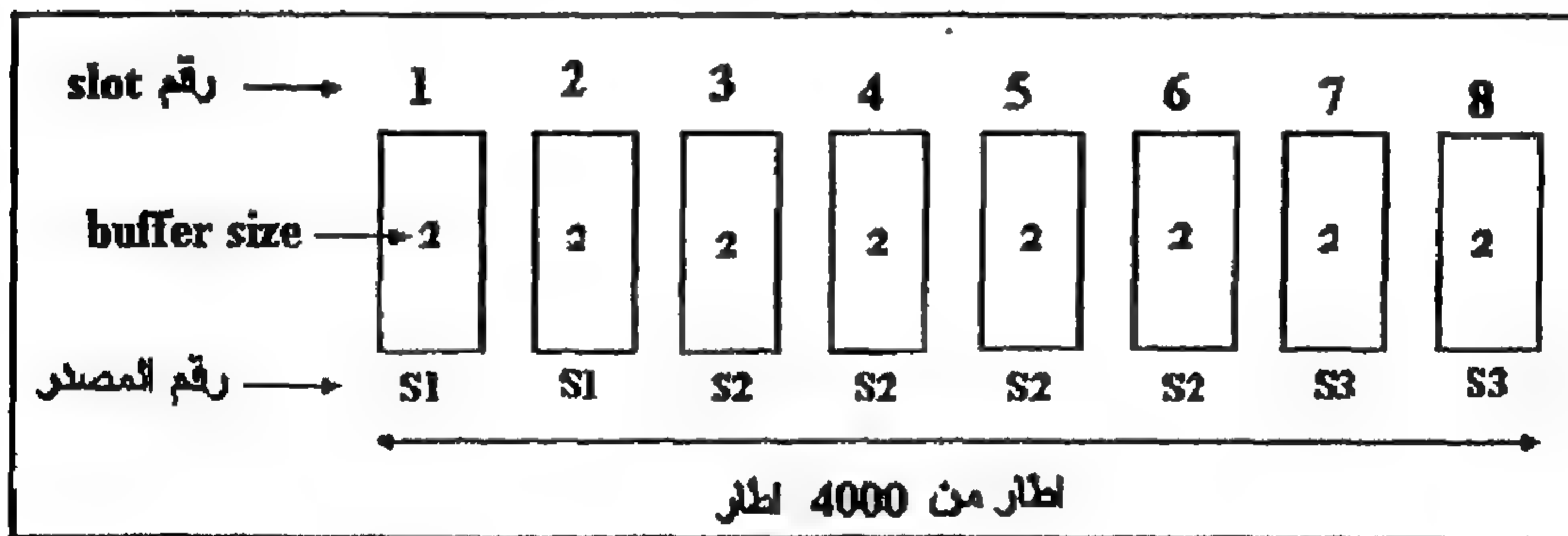
توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات

(8) عدد slots في كل إطار (Sn) = عدد البت لكل إطار (Fn) / buffer size (Bn)

$$\text{number of slots} = S_n = \frac{\text{Number of bits per frame}}{\text{buffer size}} = \frac{F_n}{B_n} = \frac{16}{2} = 8 \text{ slots}$$

الفترة الزمنية لشق واحد (slot interval δ_s)

$$\text{slot interval} = \delta_s = \frac{\text{frame interval}}{\text{number of slots per frame}} = \frac{\delta_f}{S_n} = \frac{0.25 \text{ msec}}{8} = 31.25 \mu\text{sec}$$



توزيع slots داخل كل إطار على مصادر البيانات

مثال 9 :

بفرض وجود 11 مصدر للإشارات الرقمية و معدل سريان البيانات الخاص بكل منهم

هو :

$$DR_1 = 16000 \text{ bps}$$

$$DR_2 = 32000 \text{ bps}$$

$$DR_3 = 16000 \text{ bps}$$

$$DR_4 - DR_{11} (8 \text{ sources}) = 8000 \text{ bps}$$

يفرض أن $buffer \text{ size} = 2 \text{ bits}$ وأن معدل المسح (scan rate) يساوي 4000
أحسب:

(1) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C

(2) أقل معدل سريان لقناة الإرسال DR_T

(3) عدد الإطارات في الثانية الواحدة Frame rate

(4) عدد البتات في كل إطار

(5) عدد slots

(6) بين بالرسم توزيع slots داخل الإطار الواحد على مصادر البيانات

الحل:

(1) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C :

$$DR_C = \sum_{i=1}^n DR_s = 16000 + 32000 + 16000 + 8 * 8000 = 128000 \text{ bps}$$

(2) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال

$$\begin{aligned} DR_L &\geq DR_C \\ &\geq 128000 \text{ bps} \end{aligned}$$

أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال = 128000 bps

(3) عدد الإطارات في الثانية = frame rate = معدل المسح

$$frame \text{ rate} = scan \text{ rate} = 4000 \text{ frames/sec}$$

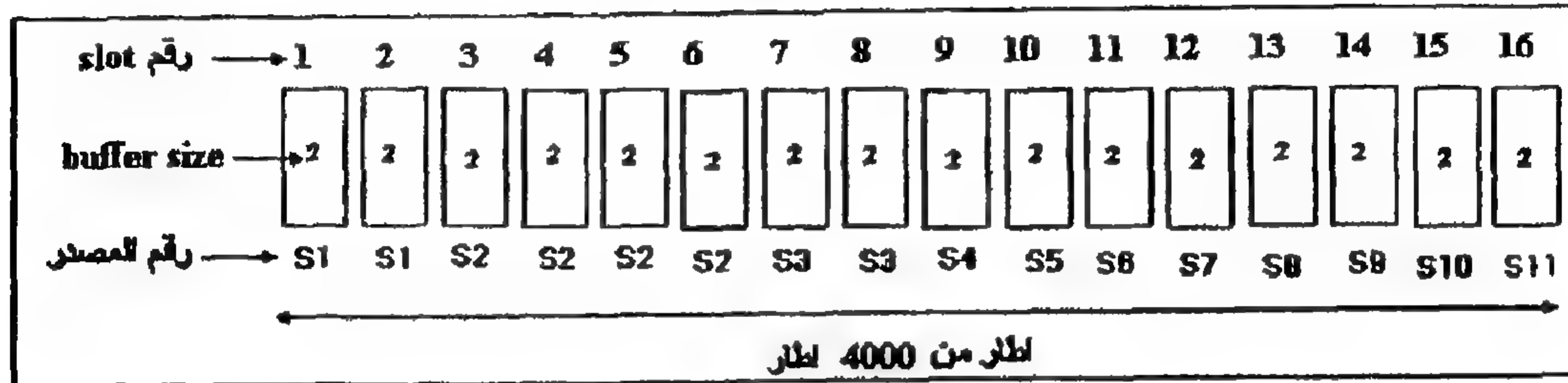
(4) عدد البتات في كل إطار = معدل سريان البيانات للإشارة المركبة / عدد الإطارات في الثانية

$$\text{number of bits per frame} = F_n = \frac{DR_L}{\text{frame rate}} = \frac{128000}{4000} = 32 \text{ bits}$$

(5) عدد slots في كل إطار (Sn) = عدد البت لكل إطار (Fn) / (Bn) buffer size

$$\text{number of slots} = S_n = \frac{\text{Number of bits per frame}}{\text{buffer size}} = \frac{F_n}{B_n} = \frac{32}{2} = 16 \text{ slots}$$

(6) توزيع slots داخل الإطار الواحد على مصادر البيانات



مثال 10 :

باستخدام تقنية المزج الزمني (TDM) أشرح كيف يمكن مزج :

(1) الكلمات AHMED MOHAMED and KHALID

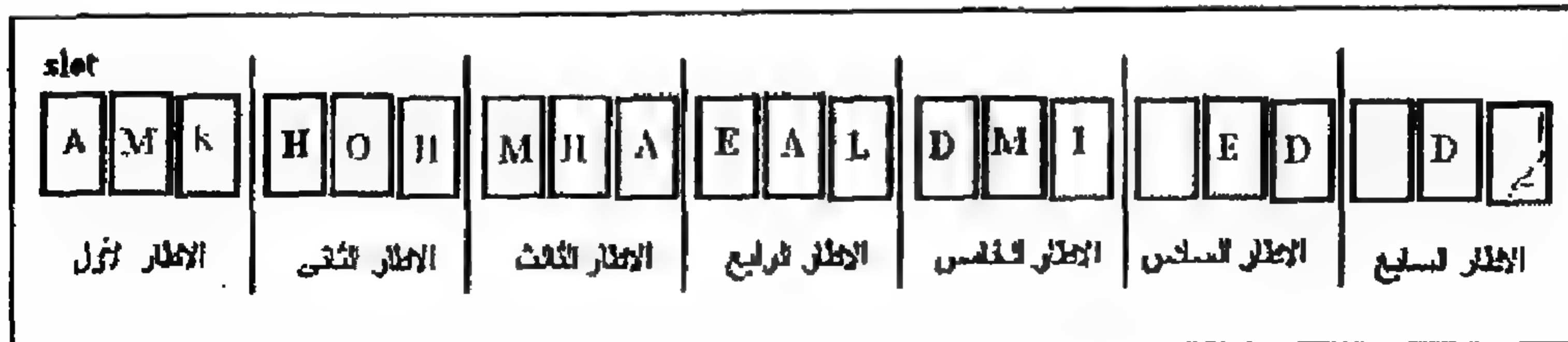
(2) البيانات الرقمية (1011) (0011) and (1111)

الحل:

(1) عدد الإطارات (frames) يساوي عدد أحرف أطول رسالة = 7 إطارات (عدد

أحرف كلمة MOHAMED)

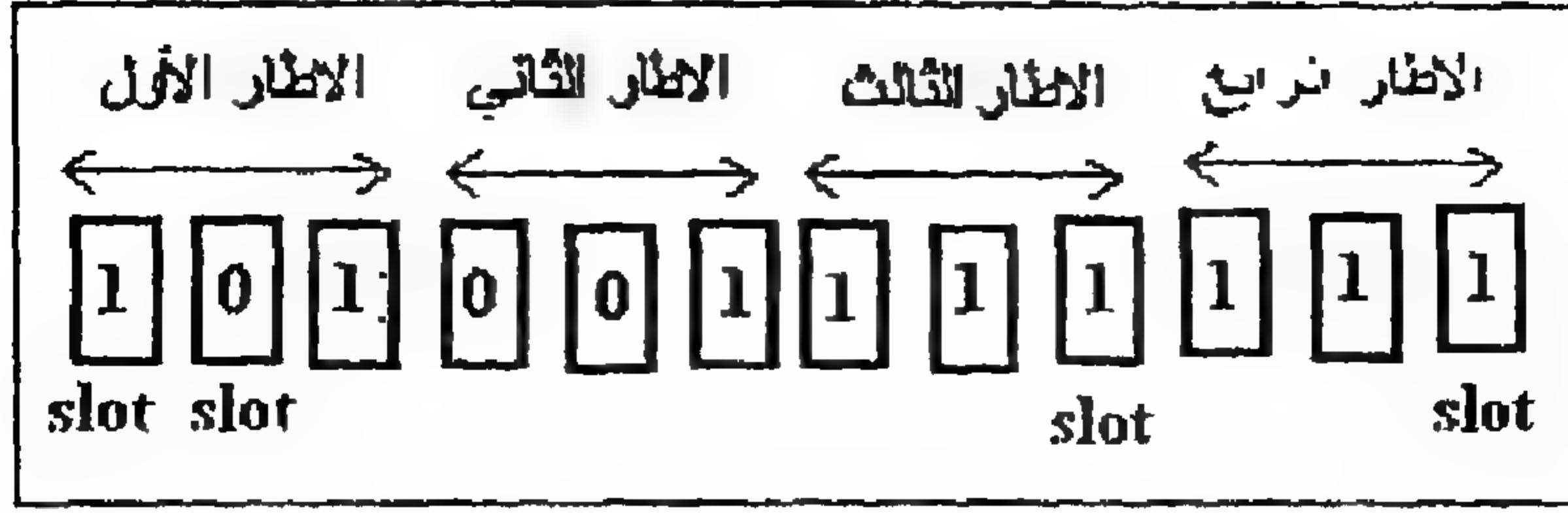
عدد الشقوق (slots) في كل إطار يساوي عدد المصادر (الرسائل) = 3 شقوق



(2) عدد الإطارات (frames) يساوي عدد البتات أطول رسالة = 4 إطارات (عدد

البتات في كل رسالة)

عدد الشقوق (slots) في كل إطار يساوي عدد المصادر (الرسائل) = 3 شقوق



مثال 11 :

أربعة إشارات رقمية كل واحدة لها $DR=1 \text{ Kpbs}$. يتم إرسال بت واحد مع كل slot. أوجد باستخدام تقنية TDM

- (1) فترة البت الواحد قبل عملية المزج (δ_B)
- (2) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة (DR_C)
- (3) فترة البت الواحد بعد المزج (δ_B)
- (4) معدل سريان البيانات للرابط المستخدم في المزج (DR_L)
- (5) عدد الشقوق في كل إطار (S_n)
- (6) عدد البتات في كل إطار (F_n)
- (7) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
- (8) فترة الشق الزمني (δ_s)
- (9) فترة الإطار الواحد (δ_f)

الحل:

- (1) فترة البت الواحد قبل عملية المزج (δ_B)

$$\delta_B = \frac{1}{DR_s} = \frac{1}{1 * 1000} \text{ sec} = 1 \text{ msec}$$

- (2) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة (DR_C)

$$DR_C = \sum_1^4 DR_s = 4 * 1000 = 4000 \text{ bps}$$

(3) فترة البت الواحد بعد المزج (δ_B)

$$\delta_B = \frac{1}{DR_C} = \frac{1}{4000} \text{sec} = 0.25 \text{ msec}$$

(4) أقل معدل سريان البيانات للرباط المستخدم في المزج (DR_L)

$$\begin{aligned} DR_L &\geq DR_C \\ &\geq 4000 \text{ bps} \end{aligned}$$

أقل معدل سريان البيانات للرباط المستخدم في المزج = 4000 bps

(5) عدد الشقوق في كل إطار (Sn) = 4 شقوق حيث أنه يوجد أربعة مصادر

(6) فترة الشق الزمني (δ_S) = فترة البت الواحد بعد المزج =

$$\delta_S = \delta_B = 0.25 \text{ msec}$$

حيث أن كل شق يحتوي على بت واحد

(7) عدد البتات في كل إطار (Fn) = 4 bits حيث أن الإطار الواحد يحتوي على

أربعة شقوق وكل شق يحتوي على بت واحد

(8) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate) = خارج قسمة معدل سريان

البيانات للإشارة المركبة على عدد البتات في الإطار الواحد =

$$\text{frame rate} = \frac{DR_C}{Fn} = \frac{4000}{4} = 1000 \text{ frames/sec}$$

(9) فترة الإطار الواحد (δ_F)

$$\text{frame interval} = \delta_F = \frac{1}{\text{frame rate}} = \frac{1}{1000} \text{sec} = 1 \text{ msec}$$

مثال 12 :

أربع قنوات يتم مزجهم باستخدام تقنية TDM . إذا كان كل قناة ترسل 100 bytes

/sec ويتم أخذ 1 byte من كل قناة . أوجد

(1) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)

(2) فترة الإطار (δ_F)

(3) عدد البتات في كل إطار (F_n)

(4) معدل سريان البيانات للرابط المستخدم (DR_L)

(5) وضع بالرسم عملية المزج

الحل:

(1) حيث أن كل قناة ترسل 100 bytes في كل ثانية ويتم أخذ 1 byte من كل

إشارة في كل إطار وبالتالي يكون عدد الإطارات في الثانية = frame rate =

100 إطار في كل ثانية

(2) فترة الإطار (δ_F)

$$frame\ interval = \delta_F = \frac{1}{frame\ rate} = \frac{1}{100} sec = 10\ msec$$

(3) حيث أنه يتم أخذ one byte من كل مصدر في one slot ونظرا لوجود 4

مصادر وبالتالي فإن كل إطار يحتوي على four slots وحيث أن كل slot

يحتوي على one byte (8 bits) فإن كل إطار يحتوي على four bytes

(32 bits)

(4) معدل سريان البيانات للرابط المستخدم

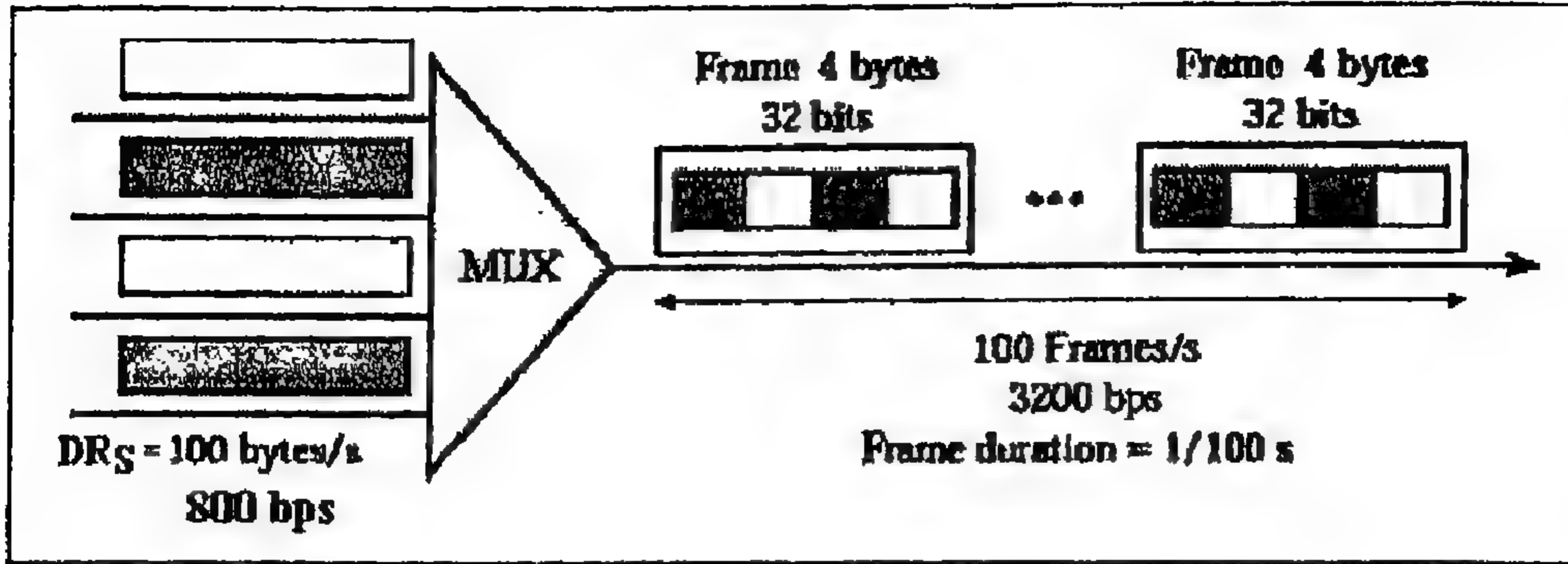
حيث أننا لدينا 100 إطار في الثانية الواحدة وكل إطار يحتوي على 32 bits

فيكون إجمالي عدد البتات في الثانية الواحدة = $32 * 100 = 3200\ bps$ وهو ما

يساوي معدل سريان البيانات للإشارة (DR_C) المركبة ويكون أقل معدل سريان

البيانات للرابط المستخدم (DR_L)

(5) عملية المزج



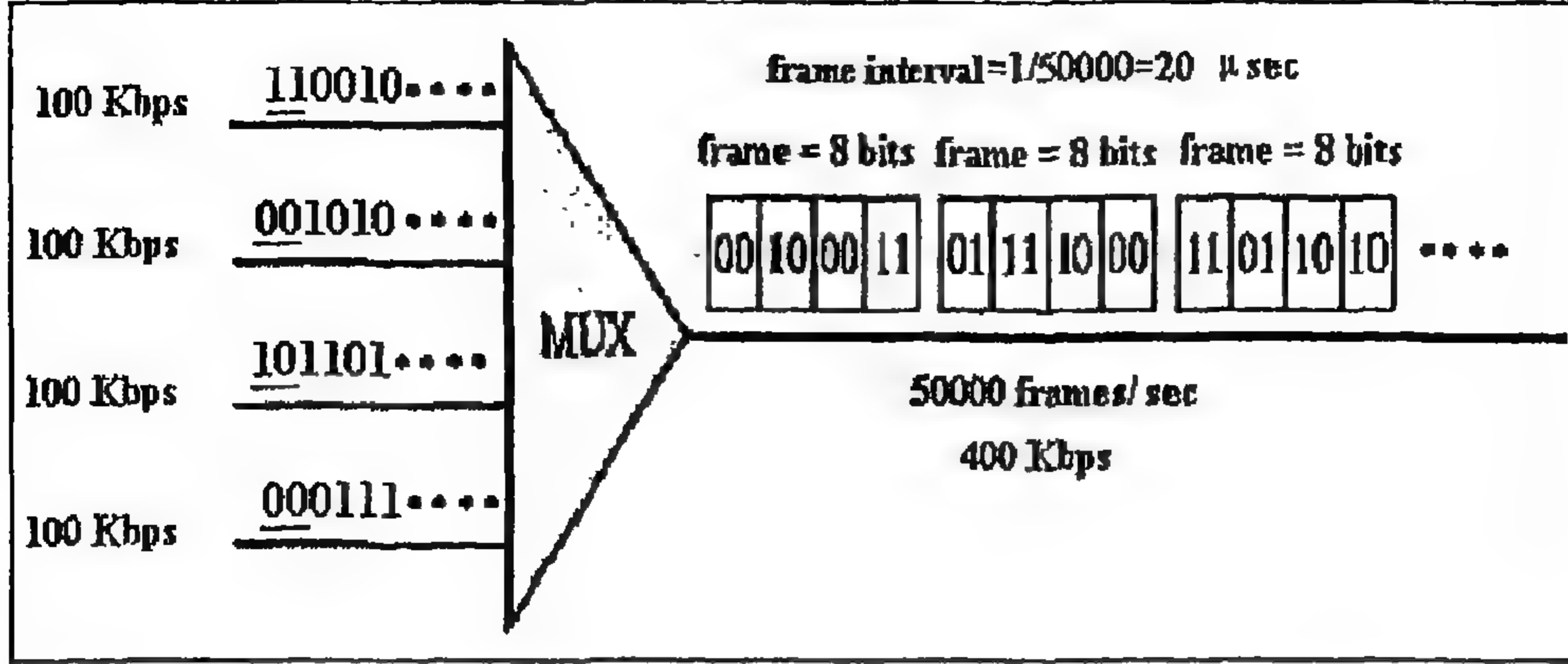
مثال 13:

مازج يجمع أربع مصادر رقمية ($DR_s=100 \text{ Kbps}$) بحيث أن كل slot يحتوي على 2 bits .

- (1) وضح بالرسم إشارة الخرج (الإشارة المركبة).
- (2) عدد bits في كل إطار (F_n)
- (3) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_c :
- (4) أوجد عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
- (5) أوجد فترة الإطار (δ_F)
- (6) أوجد فترة slot الواحد (δ_s)
- (7) أوجد فترة bit لكل مصدر قبل المزج

الحل:

- (1) إشارة الخرج (الإشارة المركبة)



(2) عدد bits في كل إطار = عدد المصادر * عدد bits في كل slot = $2 * 4 = 8$ bits

(3) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة DR_C :

$$DR_C = \sum_1^4 DR_s = 4 * 100 * 10^3 = 400 \text{ Kbps}$$

(4) عدد الإطارات في الثانية (frame rate)

بفرض أن معدل سريان البيانات للرابط يساوي معدل سريان البيانات للإشارة المركبة
معدل سريان البيانات لوسط الإرسال = عدد الإطارات في الثانية \times عدد البتات في كل إطار (Fn)

$$DR_L = \text{frame rate} * \text{number of bits per frame} \\ = \text{frame rate} * Fn$$

عدد الإطارات في الثانية (frame rate)

$$\text{frame rate} = \frac{DR_L}{\text{number of bits per frame}} = \frac{DR_L}{Fn} = \frac{400000}{8} = 50000 \text{ frames/sec}$$

(5) فترة الإطار (δ_F)

$$\text{frame interval} = \delta_F = \frac{1}{\text{frame rate}} = \frac{1}{50000} \text{ sec} = 20 \mu\text{sec}$$

(6) فترة slot الواحد (δ_S)

حيث أن الإطار الواحد يحتوي على 4 slots

$$\text{slot interval} = \delta_s = \frac{\delta_F}{4} = \frac{20}{4} \text{ sec} = 5 \mu \text{ sec}$$

(7) فترة bit لكل مصدر قبل المزج

معدل سريان البيانات لكل مصدر $100 \text{ kbps} = DR_s$

$$\text{bit interval} = \delta_b = \frac{1}{DR_s} = \frac{1}{100000} \text{ sec} = \frac{10^6}{100000} = 10 \mu \text{ sec}$$

مثال 14 :

لدينا أربع مصادر للإشارات الرقمية كل مصدر يقوم بإنتاج 250 حرف في الثانية. أوجد

باستخدام تقنية TDM

- (1) معدل سريان البيانات لكل مصدر (DR_s)
- (2) فترة الحرف الواحد لكل مصدر (δ_{CHAR})
- (3) معدل سريان البيانات للرباط (DR_L)
- (4) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)
- (5) فترة كل إطار (δ_F)
- (6) عدد bits في كل إطار (F_n)
- (7) فترة الشق الواحد (δ_s)
- (8) وضح بالرسم إشارة الخرج (الإشارة المركبة).

الحل:

- (1) معدل سريان البيانات لكل مصدر (DR_s)
حيث أن الحرف الواحد يتكون من (7-bit ASCII code + parity bit) 8 bits فان
 $DR_s = (8 \times 250) = 2000 \text{ bps} = 2 \text{ Kbps}$.
- (2) فترة الحرف الواحد لكل مصدر (δ_{CHAR})
حيث أن كل مصدر يرسل 250 حرف في الثانية الواحدة فان

$$\delta_{\text{CHAR}} = 1/250 \text{ sec} = 4 \text{ m sec.}$$

(3) معدل سريان البيانات للرابط (DR_L)

$$DR_L \geq \sum_1^4 DR_S \geq 2000 * 4 \geq 8000 \text{ bps}$$

$$\text{or } DR_L \geq \sum_1^4 DR_S \geq 250 * 4 \geq 1000 \text{ character/sec}$$

(4) عدد الإطارات في الثانية الواحدة (frame rate)

حيث أنه يتم إرسال حرف من كل مصدر في كل إطار وحيث كل مصدر يقوم بإرسال 250 حرف في الثانية فإن

$$\text{frame rate} = 250 \text{ frames/sec}$$

(5) فترة كل إطار (δ_F)

$$\text{frame interval} = \delta_F = \frac{1}{\text{frame rate}} = \frac{1}{250} \text{ sec} = 4 \text{ m sec}$$

(6) عدد bits في كل إطار (F_n)

حيث أن كل إطار يحتوي على حرف من كل مصدر وحيث أن يوجد أربعة مصادر فإن كل إطار يحتوي على 4 أحرف وكل حرف يحتوي على 8 bits فإن

$$F_n = 4 * 8 = 32 \text{ bits.}$$

يمكن حساب عدد bits من المعادلة التالية

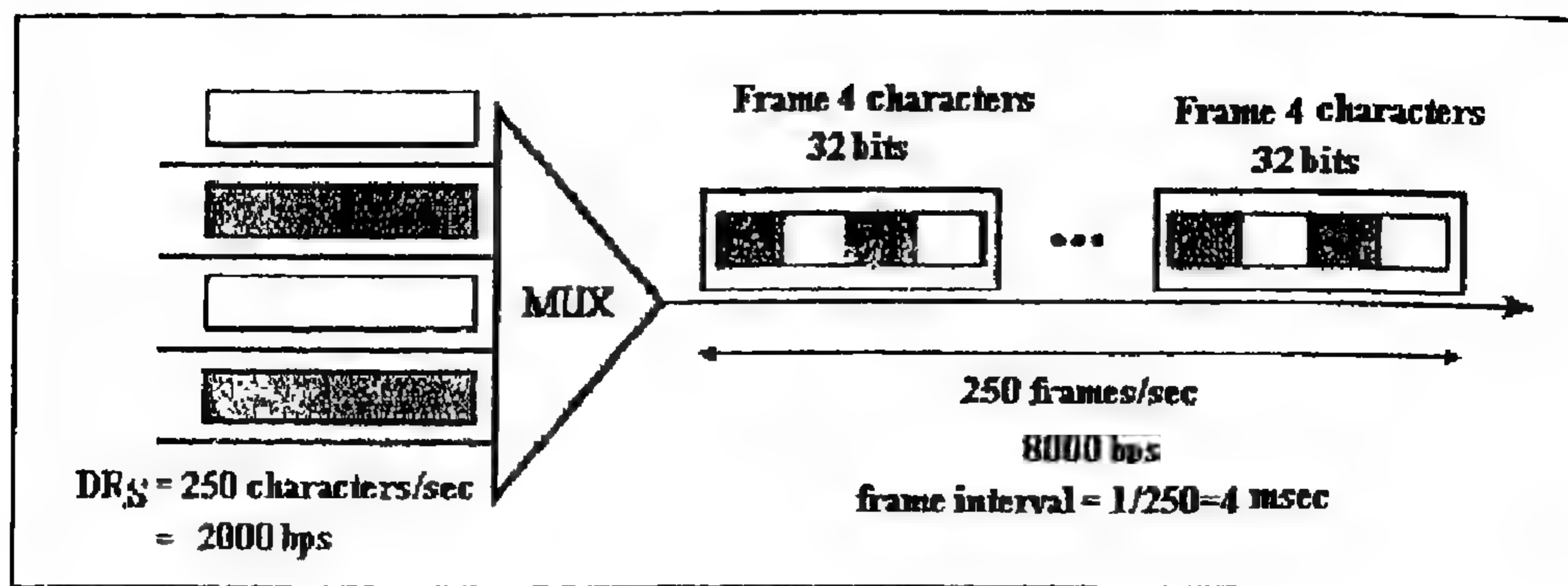
$$\text{number of bits per frame} = F_n = \frac{DR_L}{\text{frame rate}} = \frac{8000}{250} = 32 \text{ bits}$$

(7) فترة الشق الواحد (δ_s)

حيث أن كل إطار يحتوي على أربعة شقوق بواقع شق لكل مصدر فإن فترة الشق الواحد تساوي

$$\text{slot interval} = \delta_s = \frac{\text{frame interval}}{4} = \frac{\delta_F}{4} = \frac{4 \text{ m sec}}{4} = 1 \text{ m sec}$$

(8) إشارة الخرج (الإشارة المركبة).



4.5 خط الاشتراك الرقمي

DIGITAL SUBSCRIBER LINE (DSL)

تقنية DSL هي أحد التقنيات الحديثة التي تستخدم عمليات المزج وفك المزج والتكيف (multiplexing, demultiplexing and modulation). تستخدم هذه التقنية في شبكات الاتصالات التليفونية telecommunication مثل خطوط التليفون الحلقية المحلية (local loop telephone line) التي تستخدم في نقل البيانات والصوت والصورة والوسائط المتعددة بسرعات عالية. DSL هي عائلة من التقنيات (family of technologies) سنخصص بالذكر هنا خمس تقنيات هم: ADSL, RADSL,

HDSL, VDSL, SDSL

4.5.1 ADSL

تتصب شركات التلغرافات شبكات رقمية عالية السرعة لأجراء الاتصال بين المكاتب الرئيسية (central offices). الربط بين المشتركين (subscriber) والشبكة يكون من خلال خطوط نقل متصلة (local loop). التحدي القائم الآن هو كيف يمكن جعل هذه الخطوط رقمية (digital subscriber lines) من غير إحداث تغيير في local loop الحالية التي تستخدم كابلات الأزواج الملتقة بمدى ترددي 1 MHz أو أكثر.

ADSL (Asymmetrical digital subscriber line) هي خطوط غير

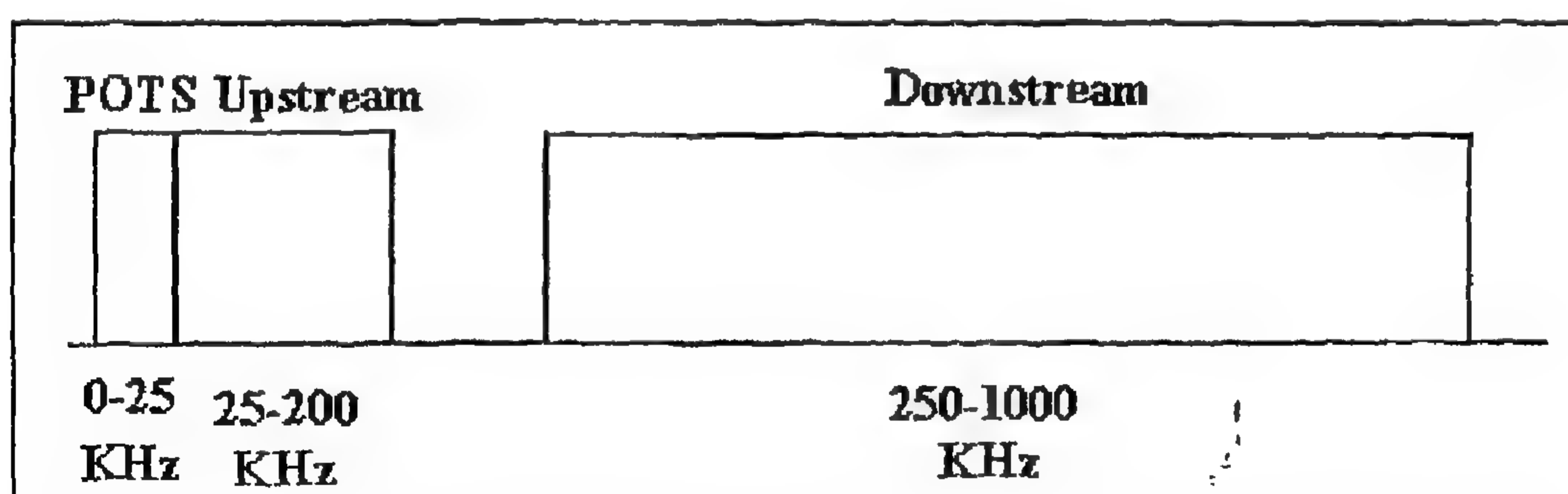
متماثلة والذي يعني أنها تعمل على سرعات للبيانات (higher bit rates) في اتجاه

downstream (من مكتب التليفونات المركزي إلى موقع المشتركين) أعلى من سرعات للبيانات في اتجاه upstream (من موقع المشتركين إلى مكتب التليفونات الرئيسي) وهذا هو ما يريده المشتركين حيث يمكنهم هذا من استقبال (download) ملفات بأحجام عالية و بسرعة عالية من الانترنت وإرسال ملفات أو رسائل صغيرة بسرعات منخفضة. ADSL قسمت حيز الترددات الخاص بكابلات الأزواج الملتقة إلى ثلاث مجالات:

المجال الأول من 0 to 25 KHz : يستخدم في خدمة التليفون العادية (plain old telephone service or POTS) . هذه الخدمة تستخدم 4 KHz من هذا المجال والباقي يستخدم كمناطق فصل ترددي لفصل القناة الصوتية عن قنوات البيانات

المجال الثاني من 25 KHz to 200 KHz : يستخدم في الاتصالات upstream

المجال الثالث من 250 KHz to 1 MHz : يستخدم في الاتصالات downstream
الشكل رقم 30 يوضح هذه المجالات الثلاثة



شكل 30: مجالات ADSL

تقنيات التكيف modulation

تستخدم خطوط ADSL تقنيات التكيف :

(1) تقنية التكيف السعوي الطوري بدون موجة حاملة

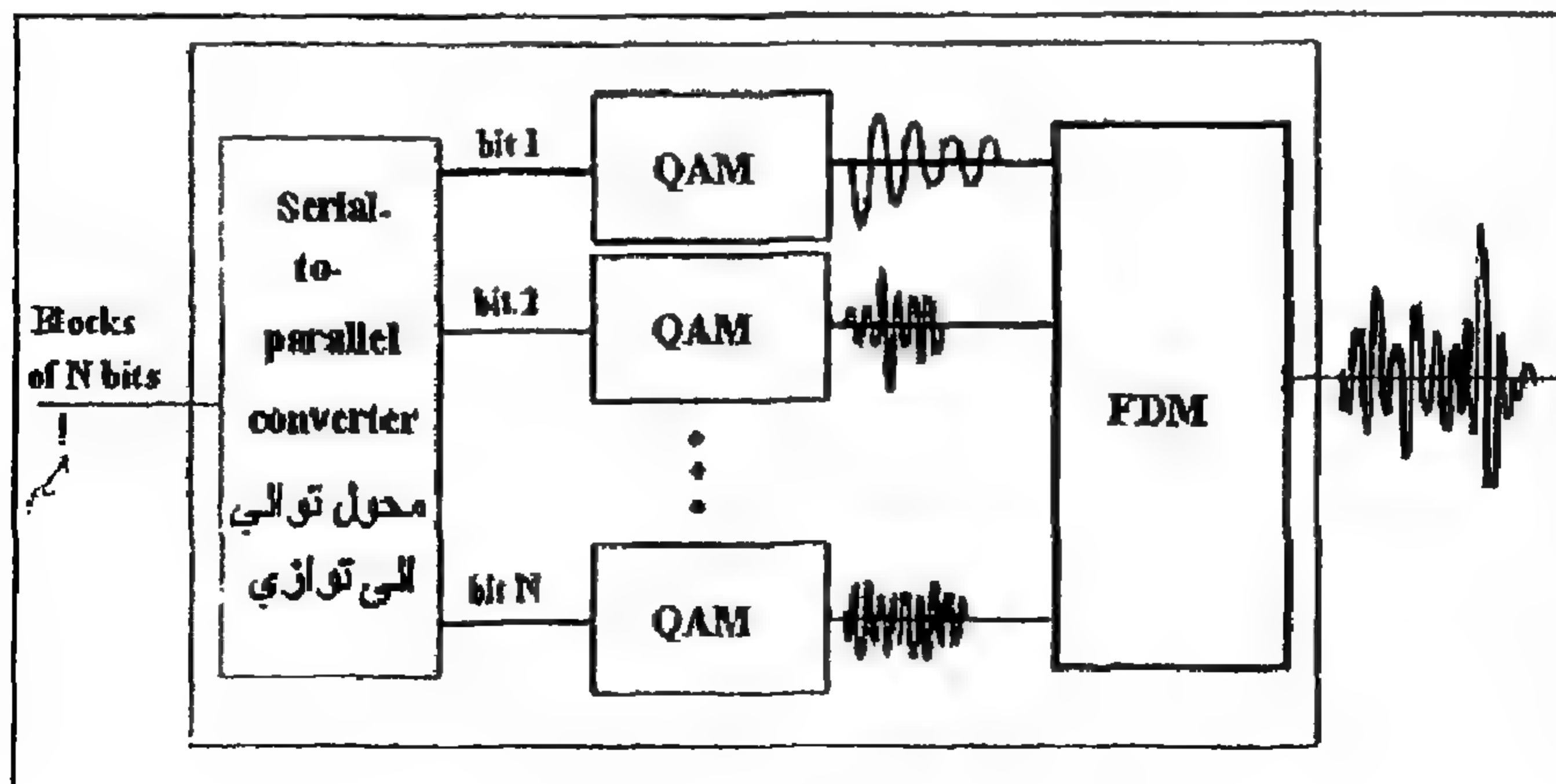
Carrier-less amplitude/Phase (CAP)

هذه التقنية مشابهة لتقنية QAM ولكن الفارق الوحيد هو عدم استخدام الموجة الحاملة (carrier signal). هذه التقنية أكثر تعقيدا من تقنية QAM كما أنها ليست موحدة (not standardized)

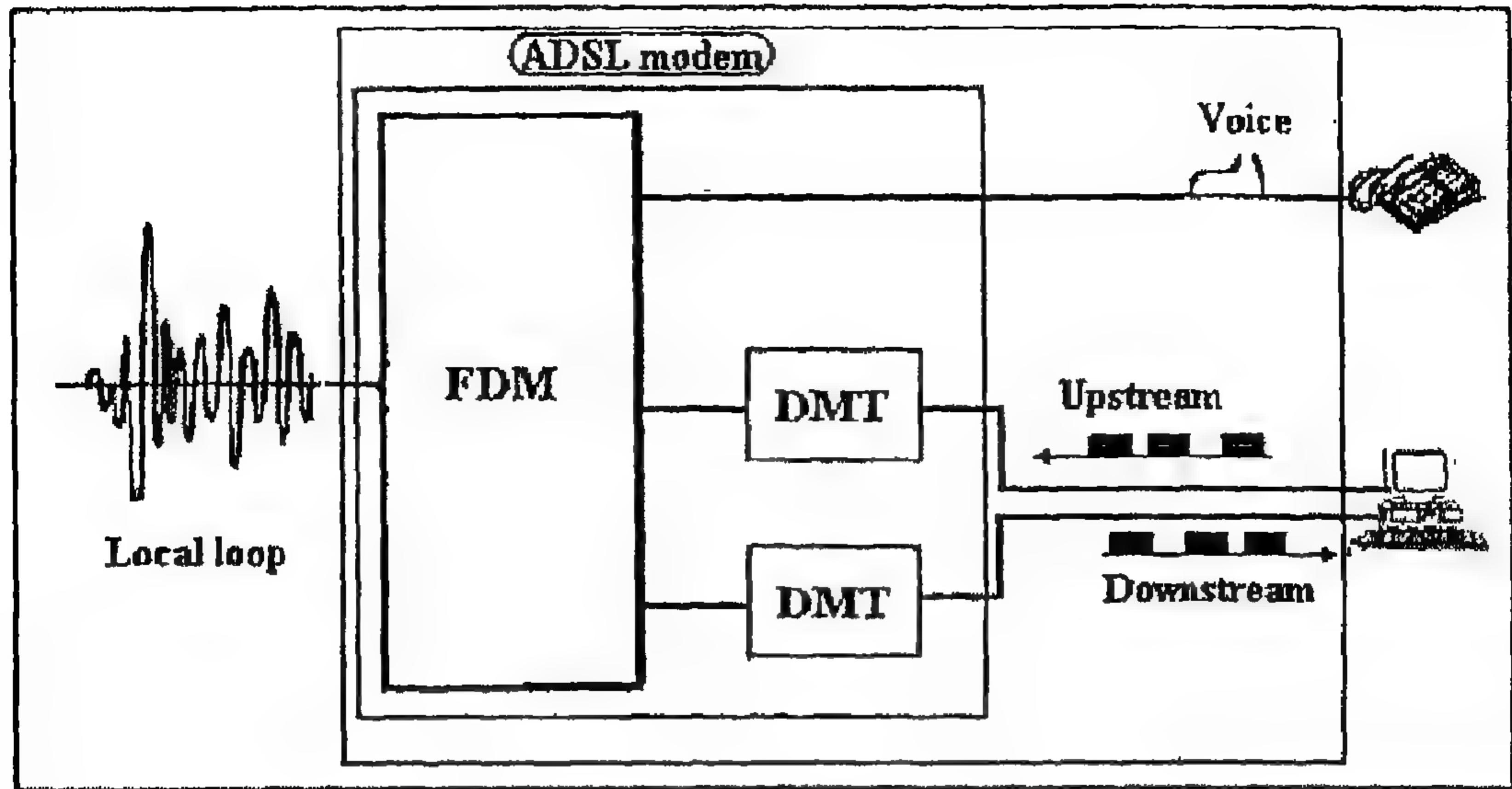
(2) تقنية التكيف ذو النغمات المتعددة المنقطعة

Discrete multi-tone (DMT)

في هذه التقنية يتم تجميع كل من تقنيتي QAM and FDM حيث يتم تقسيم المدى الترددي المتاح في كل اتجاه إلى قنوات مداها 4 KHz وكل قناة لها الموجة الحاملة الخاصة بها. الشكل رقم 31 يوضح مفهوم تقنية DMT مع عدد N من القنوات. الشكل رقم 32 يوضح عمل ADSL modem. البتات المتولدة بواسطة المصدر (source) تمر خلال محول توالي إلى توازي (serial-to-parallel converter) حيث يتم تقسيم N-bits من المجاميع (blocks of N bits) إلى عدد N من المسارات المتوازية. كل مسار يحتوي على one bit. الإشارات QAM المتولدة من كل مسار يتم مزجها تردديا (FDM) معا للحصول على الإشارة المركبة



شكل رقم 31: تقنية DMT



شكل 32 : ADSL modem

4.5.2 (Rate adaptive asymmetrical digital subscriber (RADSL)

تعتمد هذه التقنية على تقنية ADSL حيث أنها تسمح بتغيير سرعة البيانات اعتماداً على نوع الاتصال (type of communication) : صوت - بيانات - وسائط متعددة ... وهكذا. تغيير السرعات ربما يوظف للمشارك بناء على رغبته في تحديد المدى الترددي. RADSL تكون نافعة (beneficial) للمشارك لأن التكلفة في هذه الحالة يعتمد على سرعة البيانات التي يحتاجها

4.5.3 High bit rate digital subscriber line(HDSL)

هذا النوع يستخدم تقنية التشفير 2B1q التي تكون أقل عرضة للتوهين . تعمل هذه التقنية على سرعة تصل إلى 2 Mbps بدون وجود repeater حتى مسافة 3.6 Km. هذه التقنية تستخدم كابلات الأزواج الملتفة لتحقيق full-duplex transmission

4.5.4 Symmetrical digital subscriber line (SDSL)

هذه التقنية مثل تقنية HDSL ولكنها تستخدم single twisted pair cable لتحقيق نفس سرعات HDSL

4.5.5 Very high bit rate subscriber line (VDSL)

هذه التقنية تعتبر alternative approach حيث أنه مماثل ADSL ويستخدم الألياف الضوئية أو الكابلات المحورية أو كابلات الأزواج الملتفة لمسافات صغيرة (from 300 m to 1800 m). تقنية التكيف (modulating technique) المستخدمة هي DMT مع سرعة بيانات من 50 Mbps إلى 55 Mbps في downstream و من 1.5 Mbps إلى 2.5 Mbps في upstream.

EXERCISES

- (1) اشرح كيف يتم مزج 8 مصادر للإشارات إذا كان المدى الترددي (signal bandwidth) لكل مصدر يساوي 400 Hz
- (2) بفرض أنه لدينا أربعة قنوات (إشارات) صوتية المدى الترددي (bandwidth) لكل واحدة منها يساوي 5 KHz. اشرح (في المجال الترددي frequency domain) كيف يتم مزج هذه القنوات الأربعة على رابط واحد له مدى ترددي 50 KHz (من 20 KHz إلى 70 KHz) في الحالتين التاليتين
 - (a) عدم وجود مناطق فصل ترددي
 - (b) وجود مناطق فصل ترددي مقدار كل منها يساوي 2 KHz
- (3) أوجد تردد الموجه الحاملة لكل قناة (إشارة) اشرح كيف يمكن مزج البيانات التالية

- (a) الكلمات Data Communication and Networking
- (b) (1100) (10010) and (010101).
- (4) يتم مزج 5 قنوات رقمية بمعدل سريان البيانات (data rate) لكل منها Kbps .
أوجد :
- (a) فترة one bit (duration of one bit) قبل المزج
- (b) معدل إرسال البيانات للرابط المستخدم (data rate of the transmission medium)
- (c) الفترة الزمنية للشق الزمني (duration of a time slot)
- (d) الفترة الزمنية للإطار (duration of the frame)
- (5) يتم مزج ثلاث قنوات باستخدام TDM. إذا كانت كل قناة ترسل 80 bytes في الثانية الواحدة ويتم مزج 2 byte من كل قناة. أوجد :
- (a) ارسم محتوى كل إطار
- (b) عدد البتات في إطار (size of the frame)
- (c) فترة الإطار
- (d) عدد الإطارات في الثانية (frame rate)
- (e) معدل إرسال البيانات للرابط المستخدم (data rate of the link)
- (6) ثلاث قنوات: الأولى لها معدل سريان (bit rate=800 Kbps) والثانية والثالثة كل منها له معدل سريان (data rate=180 Kbps).
- (a) اشرح كيف يمكن مزج هذه الإشارات
- (b) أوجد frame rate
- (c) أوجد frame duration
- (d) أوجد bit rate of the link
- (7) اختر الإجابة الصحيحة من بين العبارات التالية
- (a) إرسال بيانات من أكثر من مصدر على رابط واحد هي عملية

modulation ○

Encoding ○

Line discipline ○

multiplexing ○

(b) أي من تقنيات المزج التالية تستخدم لمزج الإشارات المتصلة (analog signals)

FDM ○

TDM ○

STDM ○

None ○

(c) أي من تقنيات المزج التالية تستخدم لمزج الإشارات الرقمية (digital signals)

FDM ○

TDM ○

WDM ○

None ○

(d) أي من تقنيات المزج التالية تحمل كل إشارة على موجات حاملة (carrier waves)

لها ترددات مختلفة

TDM ○

FDM ○

STDM ○

None ○

All ○

(e) تسمى الإشارة الأصلية بعد تحميلها على موجة حاملة

Modulating signal ○

Modulated signal ○

Carrier signal ○

None ○

(f) تسمى الإشارة الأصلية قبل تحميلها على موجة حاملة

Modulating signal ○

Modulated signal ○

Carrier signal ○

None ○

(g) أي من التالي يكون ضروريا لعملية المزج

High-capacity data link ○

Parallel transmission ○

Modems ○

None ○

(h) تقنية المزج تشتمل على

○ رابط واحد ومصدر واحد

○ رابط واحد وعدة مصادر

○ عدة روابط ومصدر واحد

○ عدة روابط وعدة مصادر

(i) في تقنية TDM . إذا كان لدينا عدد N من المصادر فإن كل إطار يحتوي على

الأقل..... slots

N ○

$N+1$ ○

$N-1$ ○

0 to N ○

(j) تستخدم TDM عندما تكون الإشارة

Digital ○

Analog ○

Both ○

None ○

(k) في تقنية TDM . Transmission rate للرابط المستخدم يكون عادة.....
مجموع transmission rates لجميع مصادر الإشارات المستخدمة

Less than ○

Grater than ○

Equal to ○

1 less than ○

(l) تستخدم FDM عندما تكون الإشارة

Digital ○

Analog ○

Both ○

None ○

(m) في تقنية FDM . bandwidth للرابط المستخدم يكون عادة..... مجموع
bandwidths لجميع مصادر الإشارات المستخدمة

Less than ○

Grater than ○

Equal to ○

1 less than ○

(8) لدينا ثلاث إشارات منطقية معدل سريان البيانات لها (Data rates) كالتالي
 16000, 32000, and 16000 bps ومعدل المسح (Scan rate) = 4 KHz.
 احسب

- (a) معدل سريان الإشارة المركبة
- (b) أقل معدل سريان للبيانات لوسط الإرسال
- (c) عدد الإطارات (Frames) المرسلة في الثانية الواحدة
- (d) عدد bits في كل إطار (Frame)
- (e) بفرض أن كل Slot يأخذ 4 bits (4-bit buffer) أوجد عدد slots في كل إطار

(f) ارسم مخطط توزيع مصادر الإشارات على Slots في كل ثانية
 (9) بفرض وجود ثلاث مصادر للإشارات الرقمية وكل مصدر يقوم بإنتاج 200 حرف في الثانية الواحدة تم مزجهم وإرسالهم على رابط واحد وذلك من خلال إرسال حرف في كل شق. احسب التالي

- (a) نوع تقنية المزج المستخدمة
- (b) معدل سريان البيانات لكل مصدر
- (c) معدل سريان البيانات للإشارة المركبة
- (d) أقل معدل سريان للبيانات للرابط المستخدم
- (e) فترة إرسال الحرف الواحد والبت الواحد قيل وبعد المزج
- (f) عدد الإطارات المرسلة في الثانية الواحدة (frame rate)
- (g) فترة الإطار الواحد (frame interval)
- (h) فترة الشق الواحد (slot interval)

(10) اذكر الفارق بين التقنيات التالية

- a) ADSL
- b) RADSL

- c) HDSL
- d) SDSL
- e) VDSL

الجزء الثاني
أساسيات الشبكات

PART : B

**FUNDAMENTALS OF
NETWORKING**

الفصل الخامس

المفاهيم الأساسية للشبكات

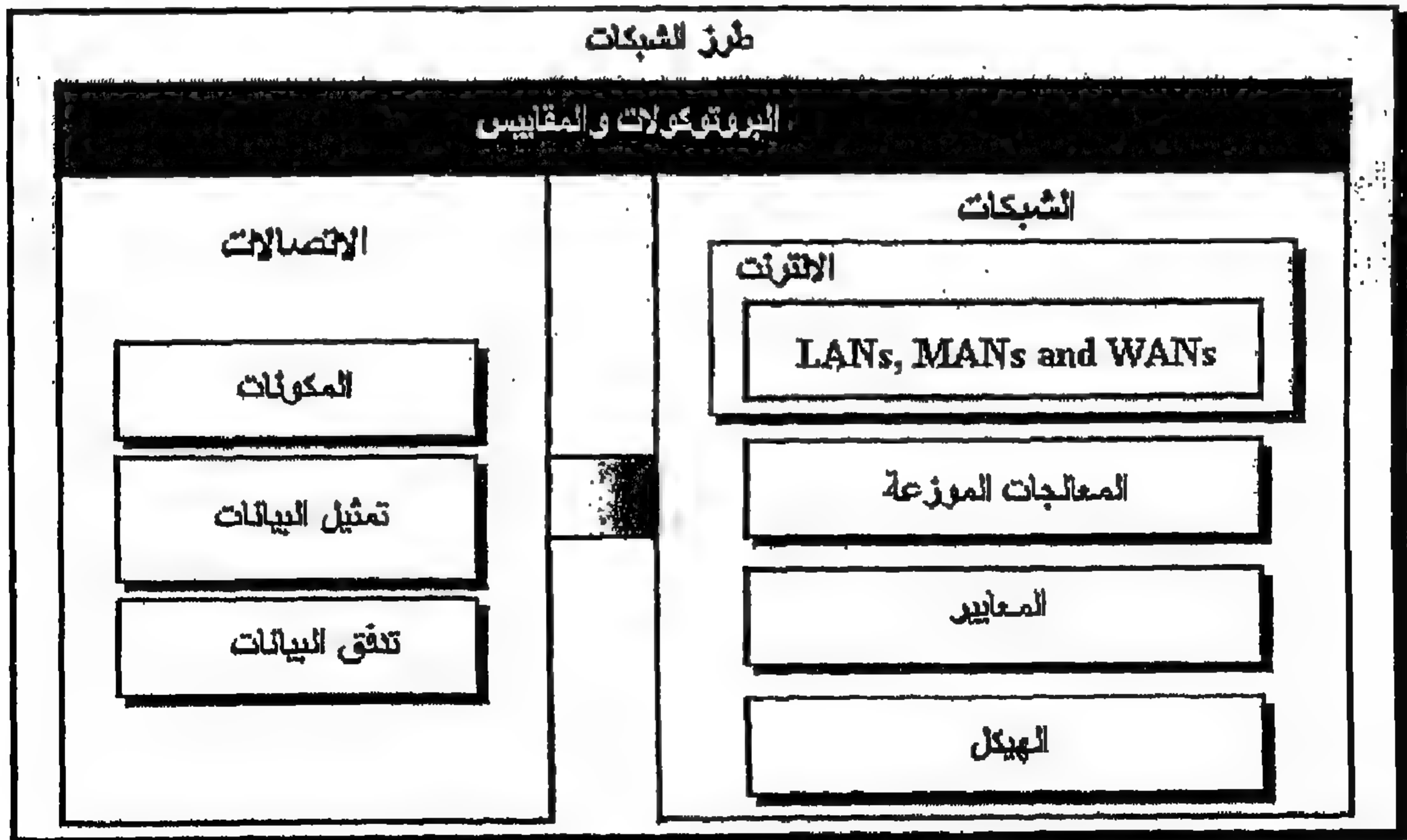
BASIC CONCEPTS OF NETWORKING

5.1 مقدمة

كان الإنسان على مر العصور يأمل الحاجة إلى التواصل بينه وبين من يحيط به من أفراد وجماعات، وكان يسعى إلى تأمين هذا التواصل سبباً في العديد من اختراعاته، فإشارات مورس وأجهزة الهاتف والراديو والتلفاز لم تكن إلا وسائل لزيادة تفاعل وتواصل الإنسان مع الأوساط المحيطة به أو البعيدة عنه، وحين جاءت ثورة تكنولوجيا المعلومات. كان عالم الحوسبة تجسيدا لحاجة الإنسان للتواصل. وبدأت أولى محاولات بناء التواصل عبر الشبكات المحلية (Local Area Network/LAN) في عام 1964م لتسهيل المعلومات والخدمات مع المحيط القريب، ولم تلبث أن توجهت التطورات إلى تأمين التواصل الشبكي مع مجموعات أكبر فظهرت الشبكات الواسعة (Wide Area Network) WAN في عام 1966م، وهنا كانت بداية رحلة جديدة في ثورة الشبكات التي لم تتوقف عند حد ما. وكان من أعظم نتائجها ظهور الإنترنت (

Internet) التي اتسعت لتشمل أقطاب كوكبنا الصغير فأحالتها قرية صغيرة، ليرى ويسمع ويتبادل أفرادها معارفهم ومعلوماتهم بسهولة لم يسبق لها مثيل. ومن المؤكد أن آمال القائمين على تطوير الشبكات لم تتوقف عند هذا الحد، فقد ظهرت بعض الدراسات والبحوث التي تمثل توجهات للارتقاء بشبكات الكمبيوتر إلى ما يحاكي الشبكة العنكبونية الإنسانية من حيث الفعالية والاستجابة.

الشكل رقم 1 توضيح مبسط للمكونات الأساسية لعملية الاتصالات والشبكات (communication and networking) والتي تتمثل في البروتوكولات والمعايير والهياكل المستخدمة في الشبكات بالإضافة إلى المكونات الأساسية لعملية الاتصالات (communication) والتي تتضمن المكونات المادية وكيفية تمثيل البيانات وتدفقها وما يصاحبها من تقنيات لكشف وإصلاح الأخطاء. البروتوكولات هي القواعد التنظيمية لعملية الاتصالات والتشبيك والمقاييس هي المعايير والمواصفات التي تحقق جودة عملية الاتصالات والتشبيك



شكل 1 : توضيح مبسط للمكونات الأساسية لعملية الاتصالات والشبكات

5.2 مكونات نظم الاتصالات

COMPONENTS OF DATA COMMUNICATION

تتكون عملية الاتصالات من خمس عناصر أساسية هي

(1) الرسالة Message

هي المعلومات أو البيانات المراد نقلها من مكان إلى آخر ومن أمثلة ذلك النصّوص الكتابية والأعداد والصّور وإشارات الصوت والفيديو وغيرها

(2) المرسل Sender

هو الجهاز الذي يقوم بتكوين الرسائل وإرسالها عبر قنوات الإرسال ومن أمثلة ذلك الحاسبات والتليفونات ومحطات العمل (workstations) وغيرها

(3) المستقبل Receiver

هو الجهاز الذي يتلقى الرسائل ويعالجها ومن أمثلة ذلك الحاسبات والتليفونات ومحطات العمل (workstations) والتليفزيونات وغيرها

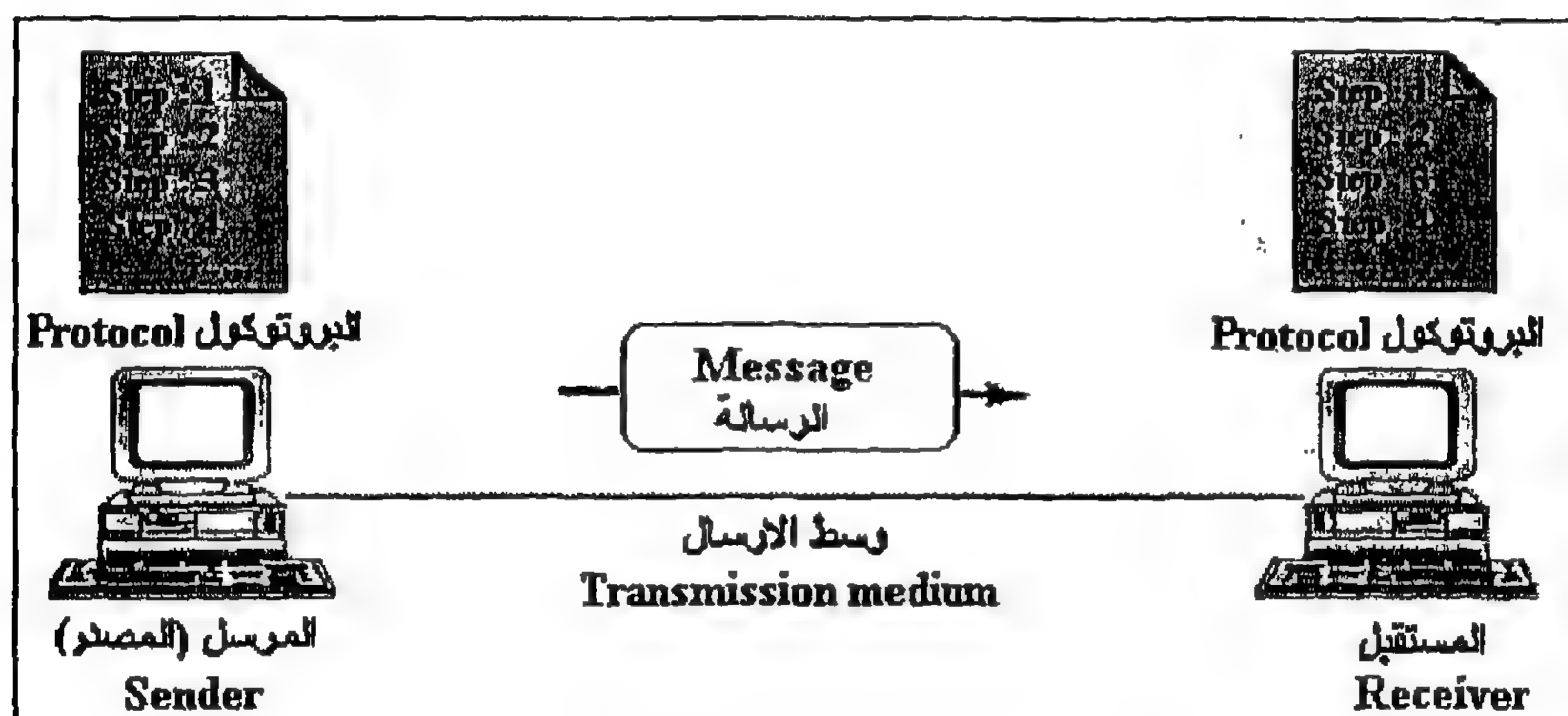
(4) وسط الإرسال Transmission Medium

هو الطريق المادي الذي تنتقل خلاله الرسائل من المرسل إلى المستقبل ومن أمثلة ذلك الوسائط الموجهة السلكية (guided-wired media) مثل كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables) والكابلات المحورية (coaxial cables) وكابلات الألياف البصرية (optical fiber cables) والوسائط الغير موجهة اللاسلكية (unguided-wireless media) مثل موجات الليزر (laser waves) أو موجات الراديو (radio waves) أو الموجات المنتاهية في الصغر (microwaves)

(5) البروتوكول Protocol

هو مجموعة من القواعد التي تحكم عملية الاتصال ويمكن تعريفه أيضا بأنه يمثل اتفاقية (أو طريقة التفاهم) بين أجهزة الاتصالات المختلفة حيث أنه بدون بروتوكول لا يمكن أن يحدث تفاهم بين جهازين متصلين من خلال رابط.

الشكل رقم 2 يوضح مكونات نظم الاتصالات



شكل 2: مكونات نظم الاتصالات

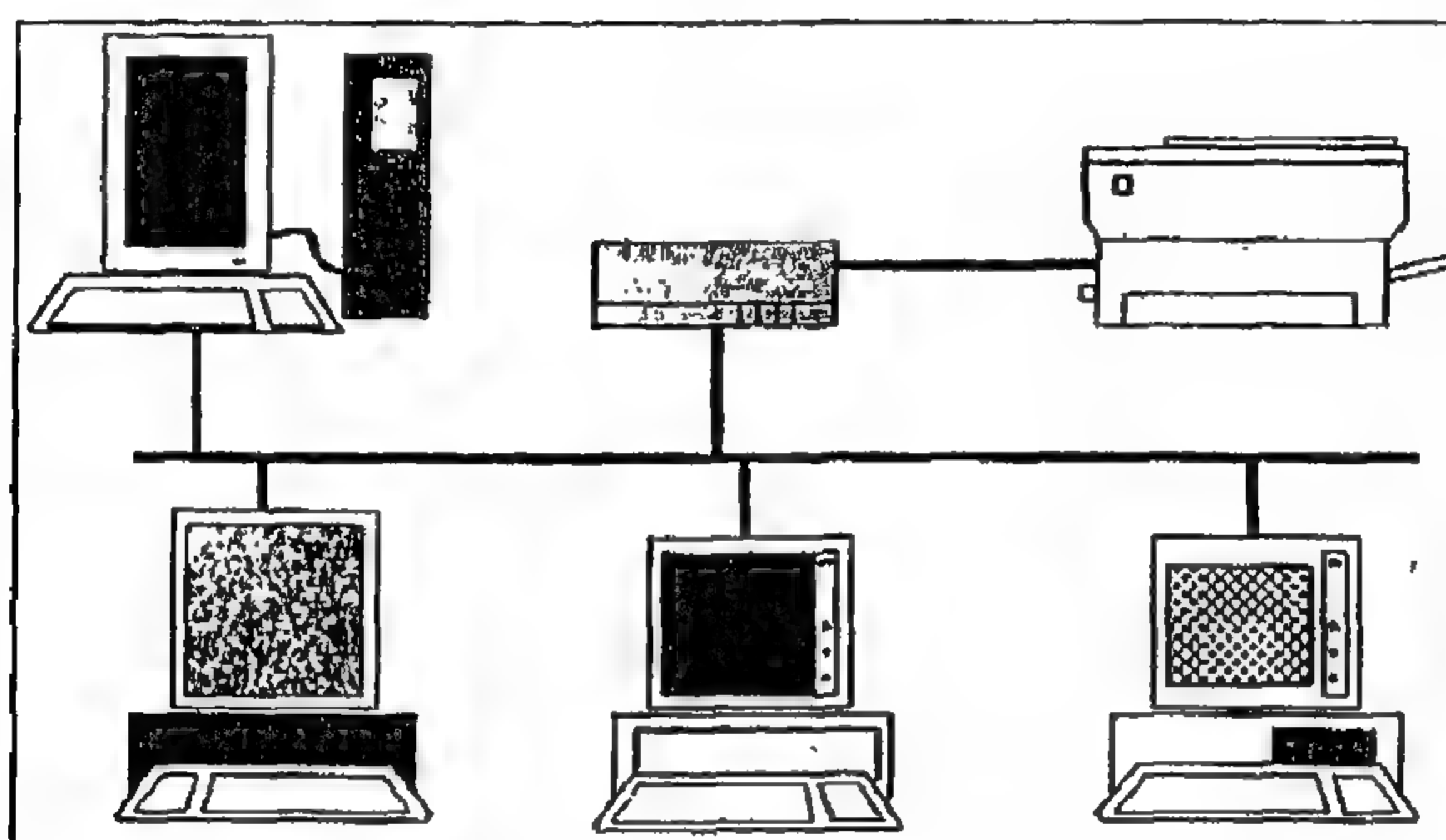
(5.3) مفاهيم الشبكة NETWORK CONCEPTS

(5.3.1) تعريف الشبكة

الشبكة هي مجموعة من الأجهزة المادية المتصلة برابطة اتصال تسمى بقنوات الإرسال (transmission channels) ومن أمثلة الأجهزة المادية للشبكة: الكمبيوترات والطابعات وغيرها من الأجهزة القادرة على إرسال أو تلقي الرسائل ويمكن تعريف الشبكة بأنها تتكون من عدد من الوحدات (Nodes) أو نقاط التقاء مترابطة فيما بينها من خلال وسائل الإرسال المختلفة وتقوم بتبادل المعلومات أو الاشتراك بالمصادر (resources) فيما بينها.

تعريف شبكة الحاسب

هي مجموعة من أجهزة الحاسب وأجهزة ملحقة (Peripherals) التي تتصل ببعضها من خلال روابط والتي تسمح لمستخدميها أن يشتركوا في استخدام موارد الشبكة (Resources) والأجهزة المتصلة بالشبكة مثل الطابعات (Printers) والمودم (Modem) ومحرك الأقراص المدمج (CD-ROM Drive) وغيرها. الشكل رقم 3 يوضح شكل مبسط لشبكة حاسبات تحتوي على أجهزة حاسبات وطابعة متصلة ببعضها من خلال عدة روابط



شكل 3: شكل مبسط لشبكة تحتوي على أجهزة حاسبات

وطابعة متصلة ببعضها من خلال عدد من الروابط

الأنواع الرئيسية للشبكات:

توجد أنواع مختلفة من الشبكات منها

(1) شبكة الحاسب: توفر خدمات الاتصال وتكون وحداتها المترابطة أجهزة خاصة للاتصال

(2) شبكة المعلومات: تحقق تبادل المعلومات والترابط بين وحدات الشبكة المادية

(3) شبكة التراسل: وحداتها عبارة عن أجهزة معالجة للبيانات

4) شبكة التحكم الرقمي : وحداتها أجهزة رقمية معتمدة على الميكروبروسيسور (microprocessor)

5.3.2 مكونات شبكة الحاسب Network composition

تتكون شبكة الحاسب من مكونات مادية (Hardware) و برمجيات (Software).
تتقسم المكونات المادية (Hardware) إلى ثلاثة أنواع :

- الحاسبات (Computers) بشتى أنواعها،
 - الكروت (Interfaces) و الوسائط (Media)
 - الأجهزة الملحقة (Peripheral devices) مثل Switches, Bridges, Routers, Gateways, Hubs, Repeaters, Amplifiers وغيرها
- الحاسبات تقوم بتوليد المعلومات (الإشارات) وإرسالها خلال الوسائط بعد إجراء التوليف والتهيئة اللازمة للمعلومات من خلال كروت الشبكة . تقوم الأجهزة الملحقة بربط الشبكات والأجهزة الداخلية للشبكة الواحدة وكذلك تكبير الإشارات والتحكم في اتجاه سريانها خلال الشبكة الواحدة أو خلال عدة شبكات.

تتقسم البرامج (Software) إلى:

- برامج نظم تشغيل الشبكة (Operating systems)
- بروتوكولات الاتصال (Protocols)
- نظم إدارة الشبكة. (Network management systems)

يجب ألا يقل الحد الأدنى لشبكة الكمبيوتر عن:

- جهازي كمبيوتر على الأقل.
- بطاقة شبكية (Network Interface Card) تشكل البطاقة جسر الاتصال بين الكمبيوتر وأسلاك النقل التي تربط مكونات الشبكة.

- وسط ناقل (Transmission Medium) للاتصال بين عناصر الشبكة مثل الوسائط الموجهة (Guided Media) والغير موجهة (Unguided Media)
- بروتوكول اتصال يحدد خوارزمية تخاطب مكونات الشبكة والمواصفات التقنية الواجب توفرها مثل: عرض الحزمة للمستخدم وطريقة ترتيب المعلومات وتدفقها عند إرسالها (Packets Formats) وكيفية اكتشاف الأخطاء وإصلاحها وغيرها من المواصفات التقنية.
- نظام تشغيل شبكي (Network Operating System) يقدم خدمة تنظيم صلاحيات وحقوق المستخدمين (Rights and Permissions) في الوصول إلى الموارد والأجهزة المشتركة على الشبكة. من أمثلة نظم تشغيل الشبكة : Microsoft Windows 98, Windows 2000, Microsoft Windows XP

5.3.3 عناصر الشبكة Components Of Network

تحتوي الشبكة على عدد من العناصر هي :

(1) الخادم Servers

هو جهاز الحاسب الذي يزود المصادر المشتركة (Resources) إلى مستخدمي الشبكة ويتميز بخصائص السرعة الفائقة والسعة التخزينية العالية جدا

(2) العميل / الزبون Client

هو جهاز الحاسب الذي يتعامل مع البيانات والمصادر المتداولة داخل الشبكة

(3) الوسط Medium

هو طريقة توصيل أجهزة الحاسب داخل الشبكة

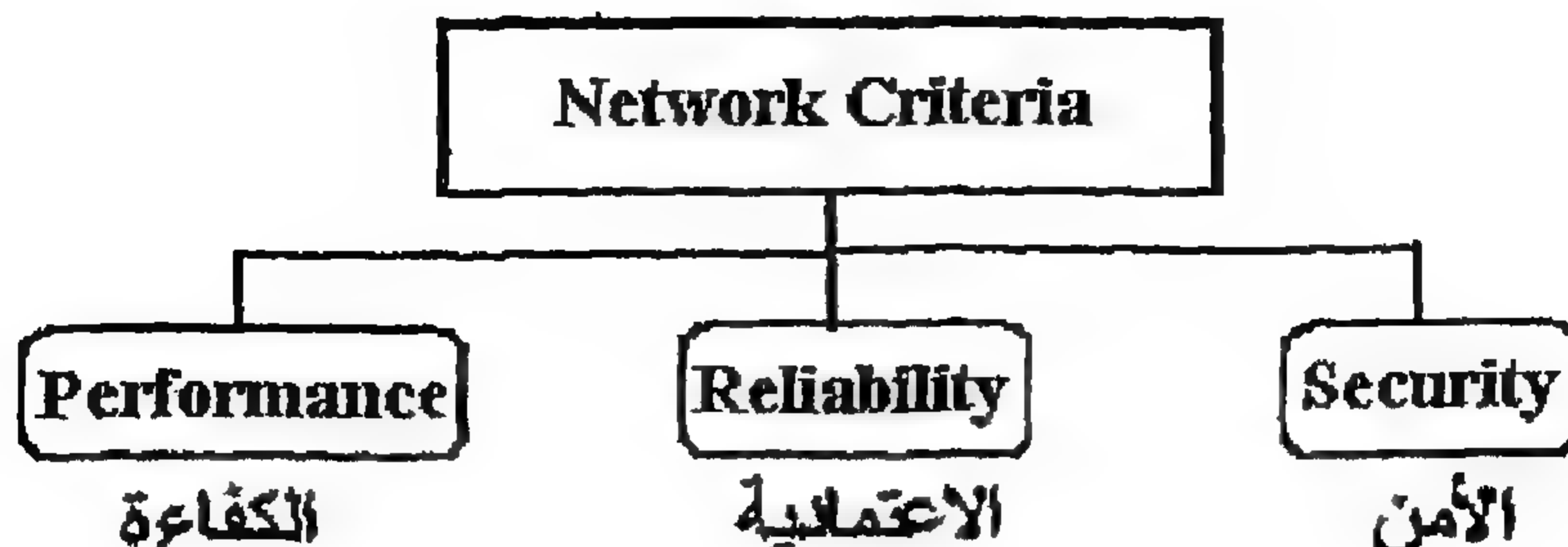
(4) البيانات المتقاسمة Shared data

هي ملفات Server التي يتم تداولها داخل الشبكة

5.3.4 معايير الشبكة Network Criteria

للحصول على الشبكة الفعالة و ذات الكفاءة العالية يجب أن يتحقق عدد من المعايير منها:

معايير الشبكة



1 الكفاءة Performance

تقاس الكفاءة بأكثر من طريقة سنخصص بالذكر هنا الطريقتين الآتيتين:

وقت النقل: (transit time): هو الفترة الزمنية المطلوبة لنقل رسالة من جهاز إلى جهاز آخر

زمن الاستجابة (response time): هو الوقت المستغرق بين الاستفسار و الرد
يعتمد أداء الشبكة على العوامل التالية :

(a) عدد المستخدمين Number of users

(b) نوع وسط الإرسال Type of transmission medium

(c) المكونات المادية Hardware

(d) البرمجيات Software

2 الاعتمادية Reliability

تقاس الاعتمادية (reliability) بالعوامل التالية :

(a) معدل الأعطال Frequency of failure

(b) وقت الإصلاح Recovery time of a network after failure

(c) مقاومة الشبكة للعوامل الخارجية Catastrophe

3) التامين Security

لتحقيق نظام آمن للاتصالات يجب أن يكون هناك :

- (a) حماية للمعلومات من الأشخاص الغير مصرح بهم (unauthorized persons) من الدخول على الشبكة وذلك باستخدام كلمات السر (Password) وكلمات التعريف (User name) وكذلك التشفير (Encoding)
- (b) حماية الشبكة من الفيروسات: الشبكة الجيدة هي التي يتم حمايتها من الفيروسات بواسطة المعدات (Hardware) و البرامج (Software) التي تصمم لذلك الغرض

5.4 تطبيقات الشبكات NETWORK APPLICATIONS

تستخدم الشبكات في تطبيقات عديدة منها :

- (1) المبيعات والتسويق Marketing and sales
- (2) التصنيع Manufacturing
- (3) المال والاقتصاد Financial services
- (4) الرسائل الالكترونية Electronic messaging
- (5) خدمات الدليل Directory services
- (6) تناقل البيانات الكترونياً Electronic data interchange (EDI)
- (7) المؤتمر التلفزيوني Teleconference
- (8) هاتف خلوي Cellular telephone
- (9) شبكة التلفزيون الخاصة Private television networks

5.5 فوائد الشبكات NETWORKING BENEFITS

للشبكات فوائد عديدة منها

- (1) المشاركة في الموارد المختلفة (resources)
- (2) الحصول على بيانات و معلومات من أماكن بعيدة

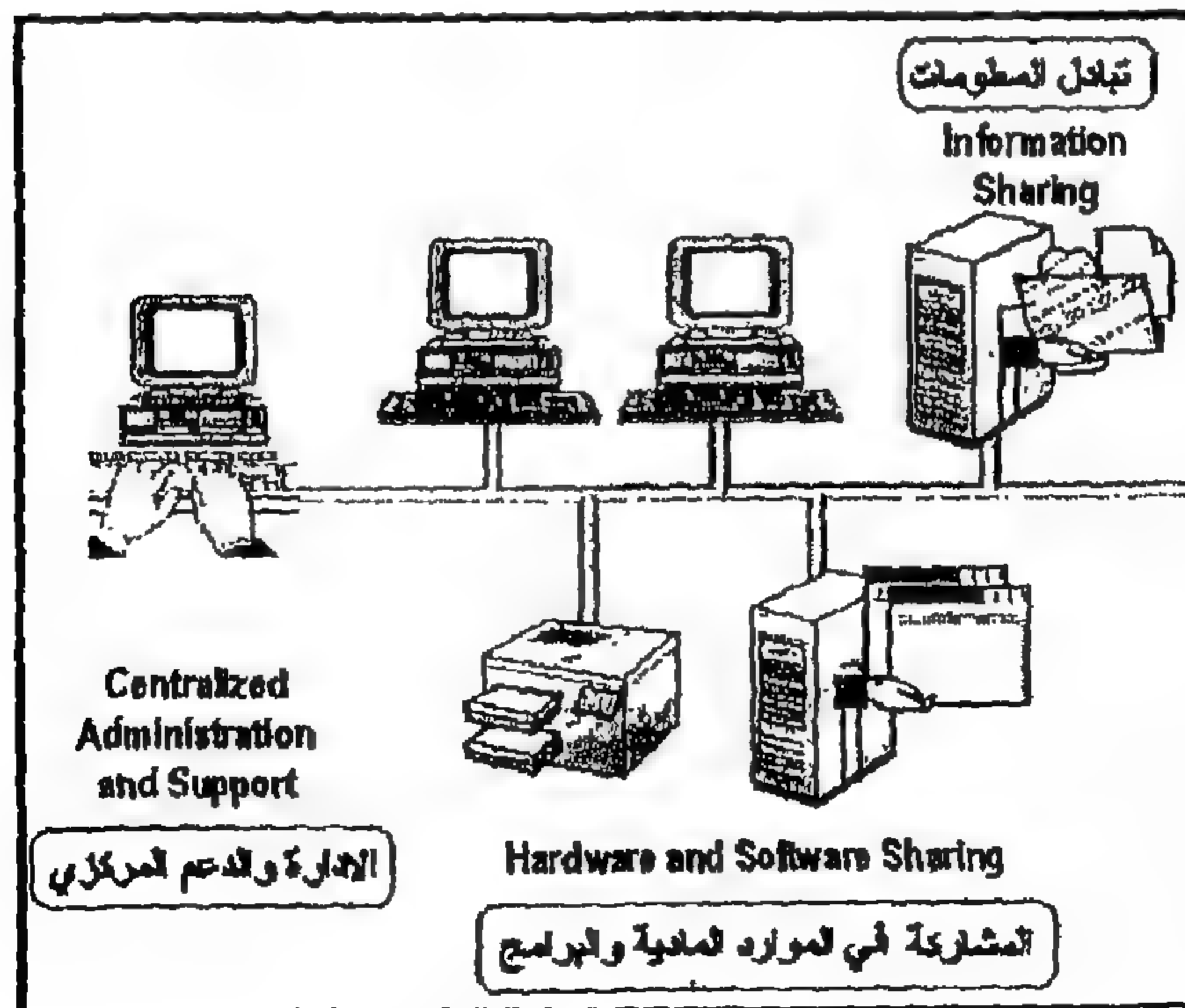
- (3) تحقيق أمن التشغيل وزيادة الاعتمادية
- (4) تهيئة بيئة مناسبة للإنتاجية والعمل الجماعي
- (5) بناء تطبيقات جديدة تعتمد على الشبكات
- (6) نقل البيانات والمعلومات والبريد الإلكتروني من مقدمي الخدمات و توزيعها على المستخدمين في أماكن مختلفة و بعيدة.
- (7) الاعتماد على حاسبات أخرى في حالة حدوث عطل أو خلل في حاسب ما
- (8) سرعة إنجاز تنفيذ عمليات معقدة بمشاركة أكثر من حاسب أو معالج في تنفيذ العمليات المطلوبة وهو ما يسمى المعالجة الموزعة (distributed processing) حيث أن المهمة الواحدة يمكن أن تقسم على مجموعة من الحاسبات لتنفيذها بدلا من حاسب واحد فقط ومن أهم مزايا المعالجات الموزعة

○ قاعدة البيانات الموزعة Distributed Database

○ حل المشاكل أسرع Faster Problem solving

○ المعالجة تعاونية Collaborative Processing

الشكل رقم 4 يوضح بعض فوائد الشبكات



شكل 4 : بعض فوائد الشبكات

5.6 البروتوكولات PROTOCOLS

البروتوكول هو مجموعة من القواعد التي تحكم عملية الاتصال . العناصر الأساسية للبروتوكول هي:

(a) القواعد النحوية Syntax

(b) علم الدلالة Semantics

(c) الضبط الزمني (Timing Synchronization)

(a) القواعد النحوية Syntax

هو طريقة ترتيب البيانات داخل حزمة البيانات (packet) المرسله حيث أنها تشتمل على ترتيب إرسال عنوان المرسل والمستقبل والرسالة المرسله

address of sender	address of receiver	message
first byte	second byte	other bytes

(b) الدلالة Semantics

يشير إلى معنى كل قسم من أقسام الحزمة وما هو تفسير كل قسم وما هو الفعل الذي يؤخذ على أساس ذلك التفسير وعلى سبيل المثال فإن العنوان الموجود في إطار البيانات يمكن أن يحدد طريقة السريان أو الوجهة النهائية للرسالة

(c) الضبط الزمني (Timing Synchronization)

يرمز إلى خاصيتين هما :

(a) متى يتم إرسال البيانات? When data should be send?

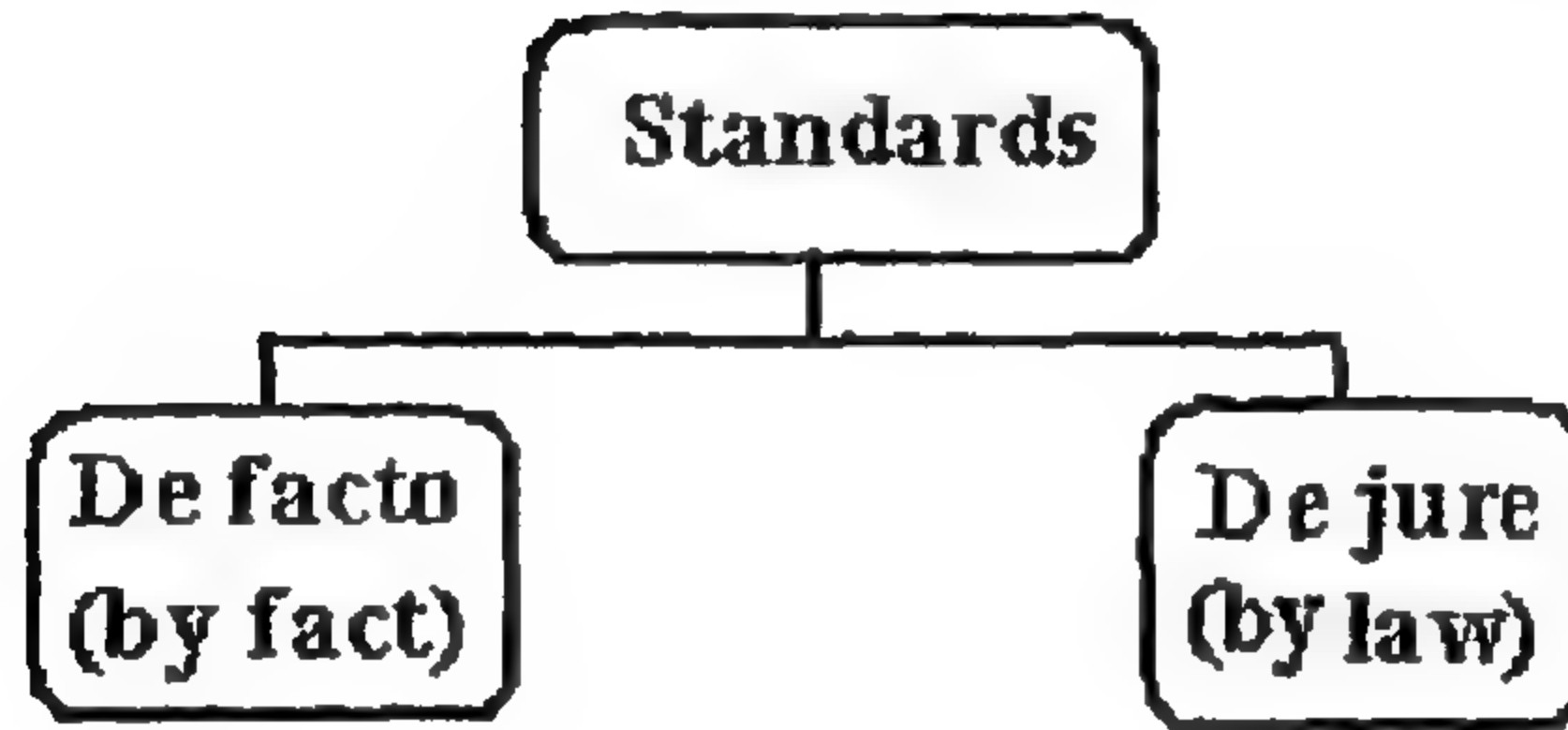
(b) سرعة إرسال هذه البيانات? How fast they can be send?

وعلى سبيل المثال إذا أنتج المرسل البيانات بسرعة 100 Mbps وكان الاستقبال يعالج البيانات بسرعة 1 Mbps فإن المستقبل يكون محملاً فوق طاقته وسيفقد جزء من البيانات المرسلة

5.7 المقاييس STANDARDS

يجب أن يحقق أي منتج المواصفات والمقاييس المطلوبة ليستخدم بفاعلية و بكفاءة

أصناف المقاييس Categories of Standards



(a) De Jure Standards

هي المواصفات التي تم تحديدها من قبل مؤسسات رسمية معروفة

(b) De facto Standards :

هي المواصفات التي لم يتم التصديق عليها من قبل المؤسسات الرسمية المعروفة ولكن تم توليفها للعمل في نطاق معين ويمكن القول أنها المعايير الفعلية التي تنشأ أساساً بواسطة الصانع الذي يحاول تعريف الفاعلية لمنتج أو تكنولوجيا جديدة. ويمكن تقسيم معيار De Facto إلى :

○ مقاييس وضعت من قبل مؤسسات تجارية لتشغيل منتجاتها

Proprietary standards (closed standards)

○ مقاييس غير تجارية (open standards) Non proprietary standards

هي مقاييس عالمية تسمح للأجهزة باختلاف مصانعه بالتوافق فيما بينها

المنظمات القياسية Standard Organization

توجد عدة منظمات قياسية تم إنشاؤها بفعل مؤسسات ومنتديات لجان ووكالات عالمية في التخصصات المختلفة لتحقيق أعلى مواصفات وكفاءات ممكنة للمنتجات أو الأنظمة المستخدمة في الشبكات ومن أهم هذه المنظمات:

- (1) منظمة المقاييس الدولية
The international Standard Organization (ISO)
- (2) الإتحاد الدولي للاتصالات
The International Telecommunication Union (ITU)
- (3) الإتحاد الدولي للمواصلات السلكية و اللاسلكية - قطاع تكنولوجيا الاتصالات القياسي
Telecommunication Standard sector (TSS)
- (4) المعهد الأمريكي القومي للمواصفات القياسية
The American National Standard Institute (ANSI)
- (5) معهد الهندسة الكهربائية و الإلكترونية
The Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE)
- (6) جمعية الصناعات الإلكترونية
The Electronic Industries Association (EIA)
- (7) تيلكورديا Telcordia

EXERCISES

(1) اختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Medium	المعلومات أو بيانات المراد نقلها من مكان إلى آخر
Message	الجهاز الذي يرسل الرسائل.
Sender	الجهاز التي يتلقى الرسائل
Receiver	الطريق المادي الذي تنقل خلاله الرسائل من المرسل إلى المستقبل
Protocol	مجموعة من القواعد التي تحكم الاتصال.
Servers	الكمبيوتر الذي يزود المصادر المشتركة إلى مستخدمي الشبكة
Client	الكمبيوتر الذي يتعامل مع البيانات والمصادر المتداولة داخل الشبكة
Shared data	طريقة توصيل الكمبيوتر داخل الشبكة
Networking	هي ملفات Server المتداولة داخل الشبكة

(2) اختر الإجابة الصحيحة المناسبة للعبارات التالية

(a) الشبكة هي

○ مجموعة من الأجهزة (نقاط التقاء) موصلة برابطة إعلامية بسميات بقنوات اتصال.

○ هي عدد من الوحدات (Nodes) المترابطة في ما بينها من خلال وسائل الإرسال المختلفة، و تقوم بتبادل المعلومات و الاشتراك بالمصادر فيما بينها

- الاثنين معا
- لا شيء مما سبق
- (b) من أهم أنواع الشبكات:
 - شبكة الاتصال
 - شبكة الحاسب
 - شبكة التراسل
 - جميع ما سبق
 - لا شيء مما سبق
- (c) أسباب عمل الشبكة
 - المشاركة في الموارد المختلفة..
 - الحصول على بيانات و معلومات في أماكن بعيدة.
 - نقل البيانات والمعلومات والبريد الإلكتروني من مقدمي الخدمات و توزيعها على المستخدمين في أماكن مختلفة و بعيدة.
 - سرعة إنجاز تنفيذ عمليات معقدة بمشاركة أكثر من حاسب أو معالج في تنفيذ العمليات المطلوبة
 - جميع ما سبق
 - لا شيء مما سبق
- (d) مزايا المعالجات الموزعة
 - قاعدة البيانات الموزعة Distributed Database
 - حل المشاكل أسرع Faster Problem solving
 - المعالجة تعاونية Collaborative Processing
 - جميع ما سبق
 - لا شيء مما سبق
- (e) يعتمد أداء الشبكة على:
 - الاثنين معا
 - لا شيء مما سبق
 - جميع ما سبق
 - لا شيء مما سبق

- عدد المستخدمين Number of users
- نوع وسط الإرسال Type of transmission medium
- المكونات المادية Hardware
- البرمجيات Software
- جميع ما سبق
- لا شيء مما سبق
- (f) تقاس الاعتمادية (Reliability)
- معدل الأعطال Frequency of failure
- وقت الإصلاح Recovery time of a network after failure
- مقاومة الشبكة للعوامل الخارجية Catastrophe
- جميع ما سبق
- الزمني سبق
- (g) خصائص الضبط الزمني
- متى يتم إرسال البيانات When data should be send
- سرعة إرسال هذه البيانات How fast they can be send
- الاثنين معا
- لا شيء مما سبق

(3) أذكر الحد الأدنى لمكونات شبكة الكمبيوتر

(4) ضع علامة ✓ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة مع

إصلاح الخطأ (عدم استخدام عبارات النفي)

- الشبكات تستخدم أسلوب المعالجات الموزعة حيث أن المهمة الواحدة يمكن أن تقسم على مجموعة من الحاسبات لتنفيذها

- وقت النقل: (transit time) : هو الفترة الزمنية المطلوبة لنقل رسالة من جهاز إلى جهاز آخر
- زمن الاستجابة (response time) هو الوقت المستغرق بين الاستفسار و الرد
- تحدد معايير الشبكة بواسطة Reliability, Security فقط
- Syntax هو عملية تفسير كل شريحة وما هو الفعل الذي يؤخذ على أساس ذلك التفسير
- Semantic هو طريقة ترتيب البيانات حيث أنها تشمل على ترتيب إرسال عنوان المرسل والمستقبل والرسالة المرسله
- De Jure Standards هي المواصفات التي تم تحديدها من قبل مؤسسات رسمية معروفة
- De facto Standards هي المواصفات التي لم يتم التصديق عليها من قبل المؤسسات الرسمية المعروفة ولكن تم توليفها للعمل في نطاق معين
- يجب أن يحقق أي منتج بعض المواصفات والمقاييس المطلوبة ليستخدم بفاعلية و بكفاءة

الفصل السادس

أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات

CONFIGURATIONS, TOPOLOGIES AND CATEGORIES OF NETWORKS

6.1 التركيب الخطي LINE CONFIGURATION

يعرّف التركيب الخطي (line configuration) بتوصيل أجهزة الشبكة إلى رابط

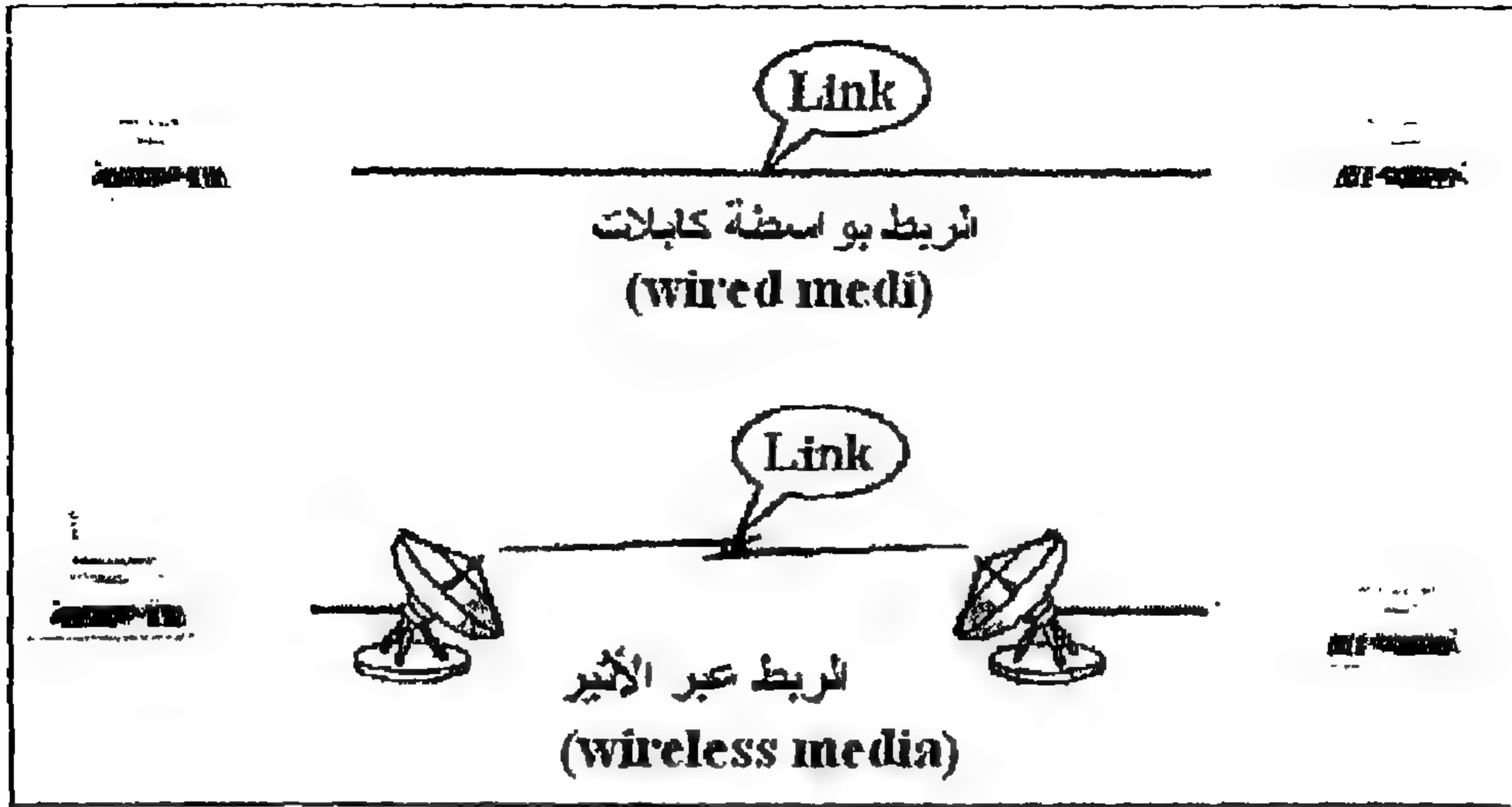
(link) وله شكلان: شكل السباق (نقطة إلى نقطة) Point-to-point configuration

و شكل متعدد النقاط Multi-point configuration

(a) شكل السباق (نقطة إلى نقطة) Point-to-point configuration

في هذا التركيب يكون هناك رابط أحادي بين كل جهازين. هذا الرابط إما أن يكون كابلات (Wired link) أو عبر الأثير (Microwave link). الشكل رقم 1 يوضح

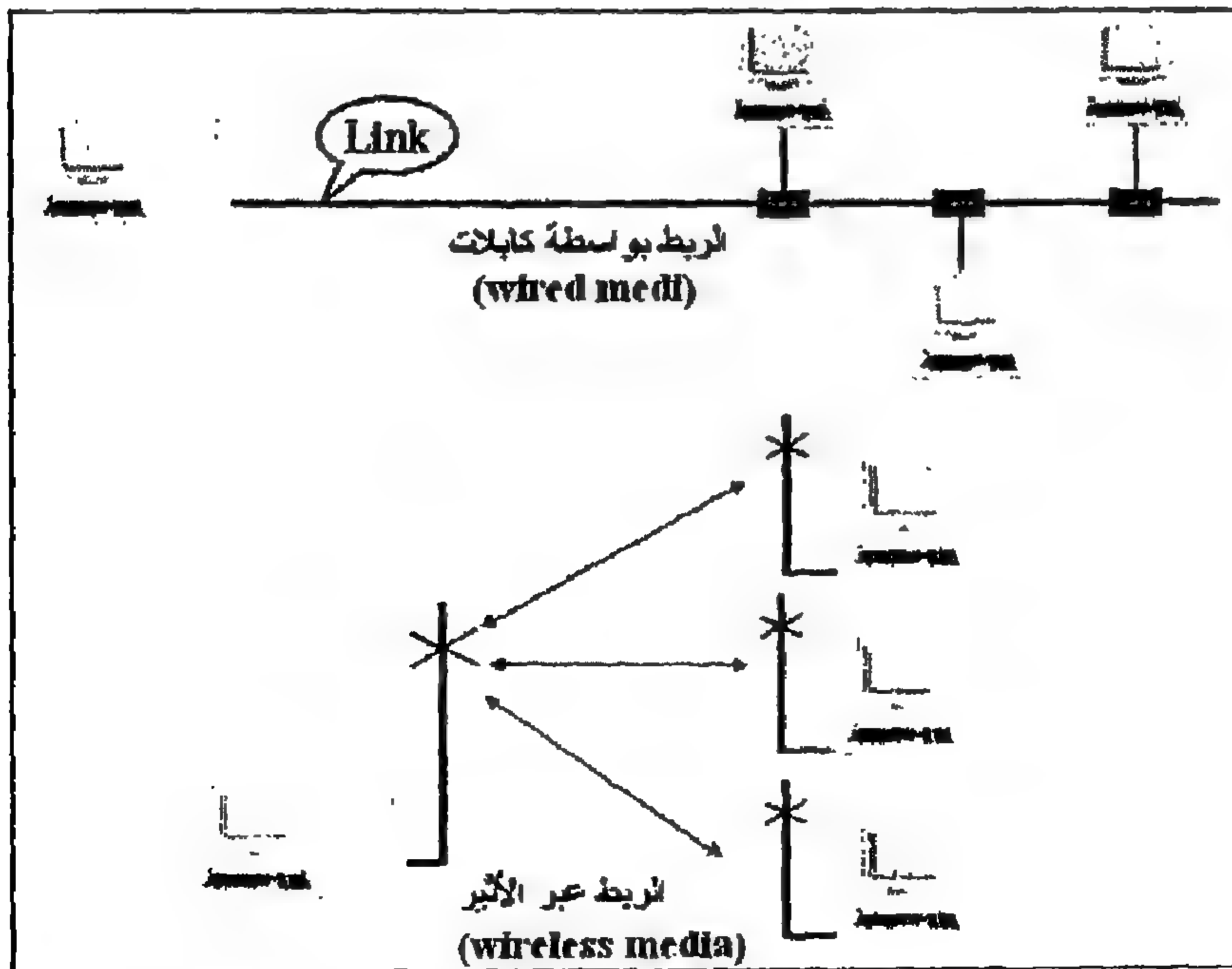
شكل السباق (point-to-point configuration)



شكل 1 : شكل السباق (point-to-point configuration)

(b) شكل متعدد النقاط Multi-point configuration

في هذا التركيب يتقاسم أكثر من جهازين برابط واحد. الشكل رقم 2 يوضح شكل متعدد النقاط (multipoint configuration)



شكل 2 : شكل متعدد النقاط (multipoint configuration)

6.2 طبوغرافيات الشبكة NETWORK TOPOLOGIES

تعرف طبوغرافيا الشبكة بأنها ترتيب وتوصيل الحاسبات والكابلات (الروابط) والعناصر المادية الأخرى على الشبكة. كما يمكن القول بأنها خريطة الشبكة المادية. نوع الطبوغرافيا الذي يتم استخدامه يؤثر على نوع وإمكانات معدات الشبكة وإدارتها واحتمالات التطوير المستقبلية

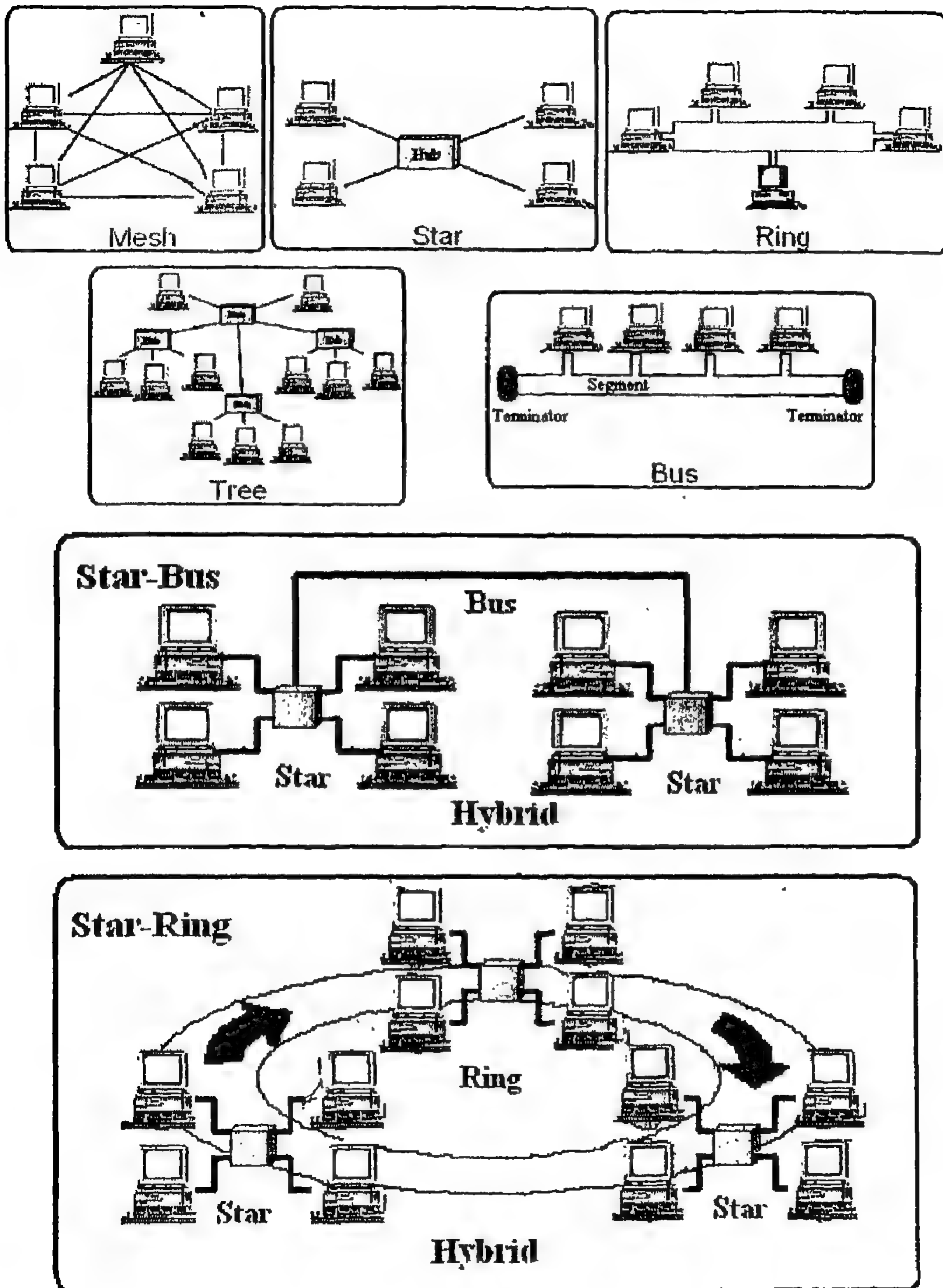
وبمفهوم عام يمكن تعريف طبوغرافيا الشبكة بأنها الترتيب المنطقي أو المادي للروابط في شبكة وتقسّم من حيث المفهوم العام إلى:

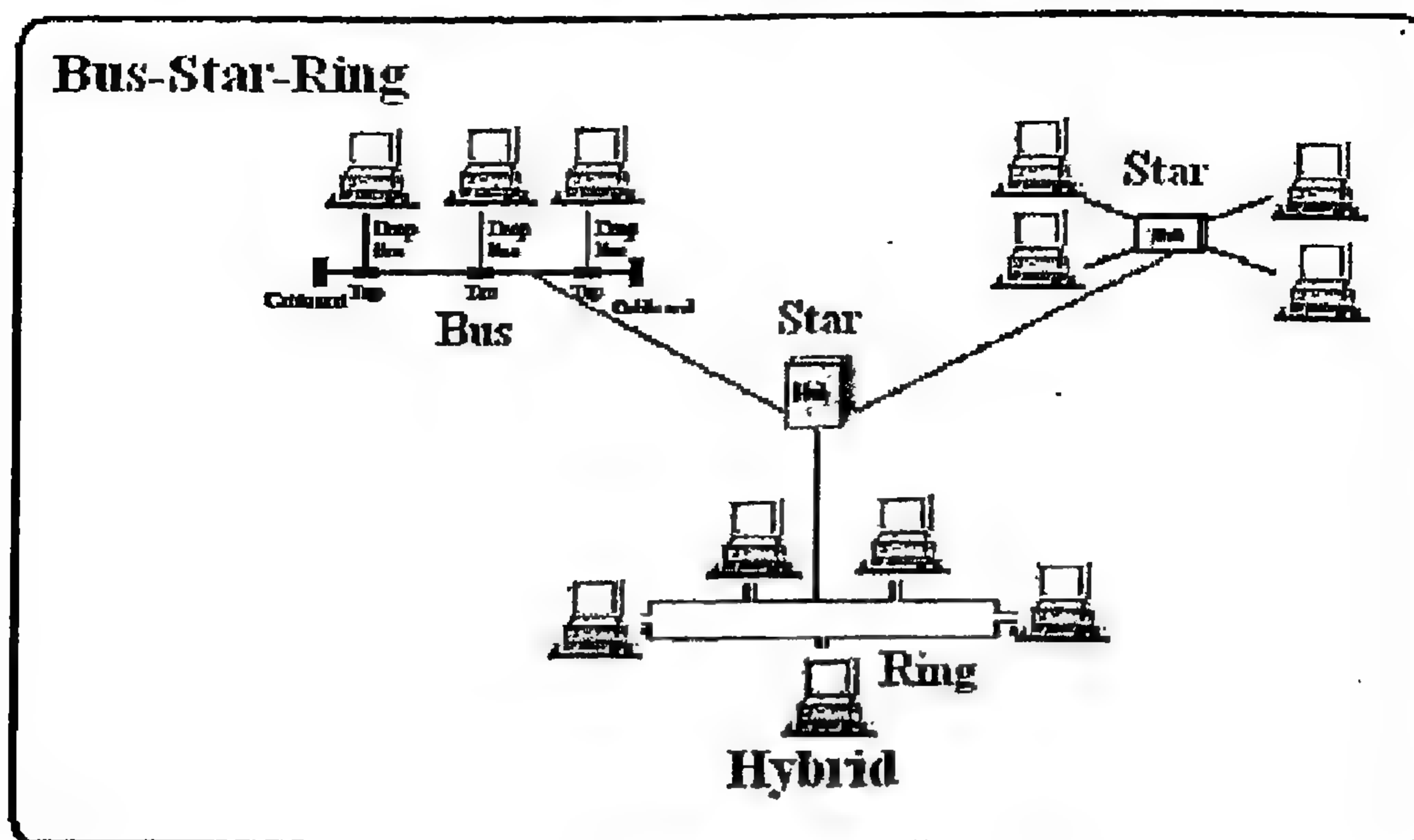
- (1) **الطبوغرافيا المادية (Physical topology):** تصف كيفية توصيل العناصر المادية على الشبكة
- (2) **الطبوغرافيا المنطقية (logical topology):** تصف طريقة سريان البيانات بين العناصر المادية

يوجد ست طبوغرافيا مختلفة للشبكة تختلف حسب طريقة توصيل الأجهزة المادية وهي:

- (1) **Bus :** الكومبيوترات متصلة بكابل مشترك
- (2) **Star :** الحاسبات موصلة بجهاز مركزي يسمى Hub من خلال كابلات بواقع كابل لكل حاسب
- (3) **Mesh :** الحاسبات على الشبكة متصلة ببعضها (كل بالآخرين) بواسطة كابلات
- (4) **Tree :** شكل مكرّر لطوبوغرافيا Star لكن ليس كل جهاز متصل مباشرة إلى الجهاز المركزي (primary hub)
- (5) **Ring :** كل جهاز متصل بالذي يليه والذي يسبقه بواسطة شكل حلقي
- (6) **Hybrid :** استخدام أكثر من طبوغرافيا في شبكة واحدة

الشكل رقم 3 يوضح شكل الطوبوغرافيا المستخدمة في الشبكات





شكل 3 : شكل الطوبوغرافيا المستخدمة في للشبكات

في الجزء التالي سيتم دراسة الطوبوغرافيات السابقة للشبكة بالتفصيل من خلال وصف كل طوبوغرافيا مع توضيح شكل اتصال الأجهزة بالروابط (سباق point-to-point أو متعدد multipoint) وعدد الكابلات المستخدمة في الطوبوغرافيا وعدد ports لكل جهاز داخل الطوبوغرافيا بالإضافة إلى مزايا وعيوب ومجالات استخدام كل طوبوغرافيا

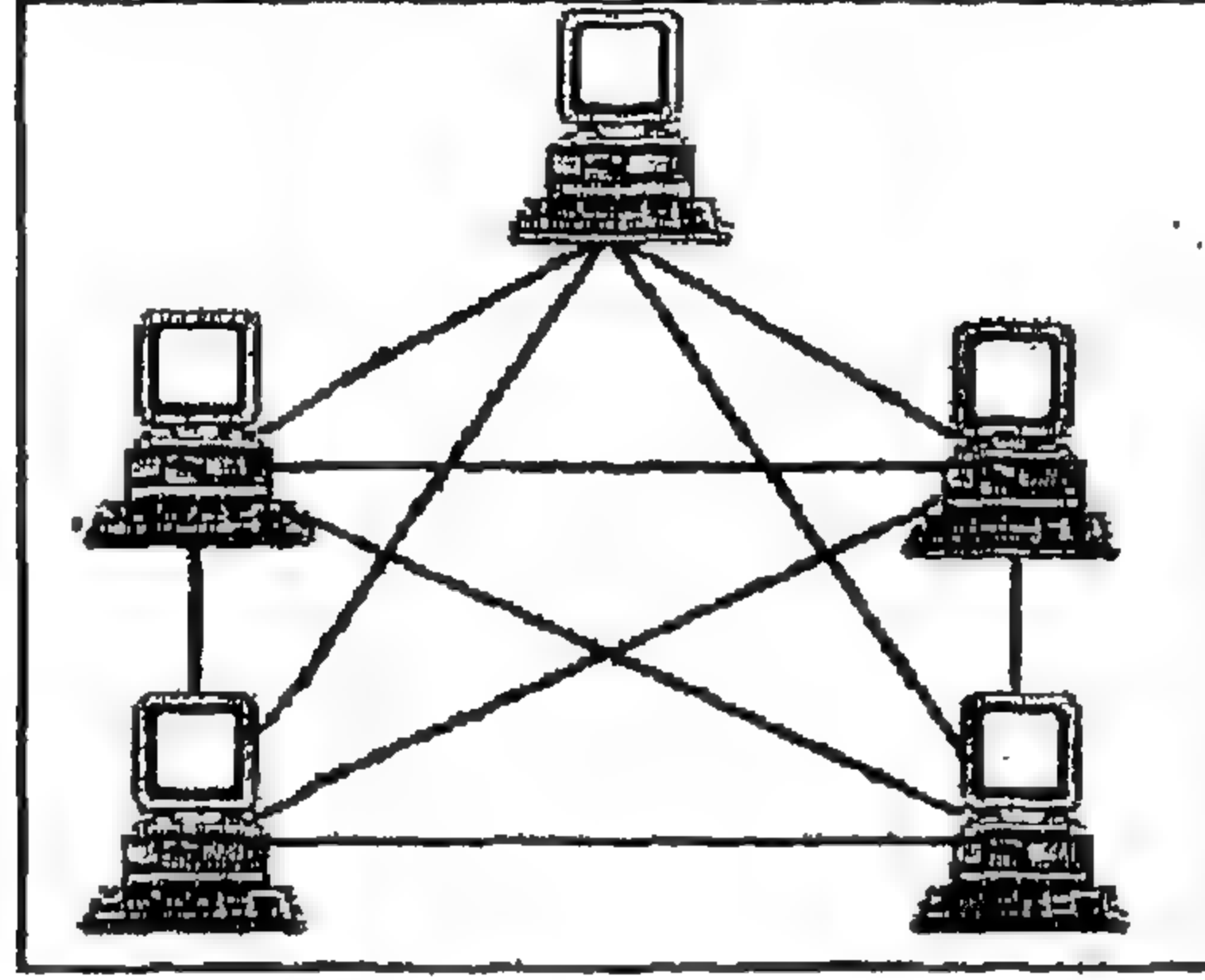
6.2.1 الطوبوغرافيا النسيجي Mesh Topology

الشكل رقم 4 يوضح شكل طوبوغرافيا Mesh

في طوبوغرافيا Mesh :

كل جهاز يتم توصيله إلى جميع الأجهزة الأخرى بكابل منفصل. كل جهاز متصل point-to-point بكل جهاز آخر. يعني المصطلح أن الرابطة تحمل المرور فقط بين الجهازين المتصلين بالرابطة.

إذا حدث عطل في أحد الروابط فإن المرور يتم عبر رابط آخر والشبكة تستمر في العمل. يتم توصيل الأجهزة المادية ببعضهم البعض باستخدام خطوط كابلات الأزواج الملتفة (twisted-pair cables) أو الكابلات المحورية (coaxial cables) أو كابلات الألياف الضوئية (optical fiber cables).



شكل 4: طوبوغرافيا Mesh

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Mesh
عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$\text{Number of links} = \frac{n(n-1)}{2}$$

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$\text{Number of ports per device} = n - 1$$

مثال 1:

شبكة Mesh تحتوي على 8 أجهزة. أحسب عدد الروابط وعدد المخارج لكل جهاز.

الحل:

$$\text{Number of links} = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{8(8-1)}{2} = 28 \text{ links}$$

$$\text{Number of ports per device} = n - 1 = 8 - 1 = 7 \text{ ports}$$

مزايا طوبوغرافيا Mesh

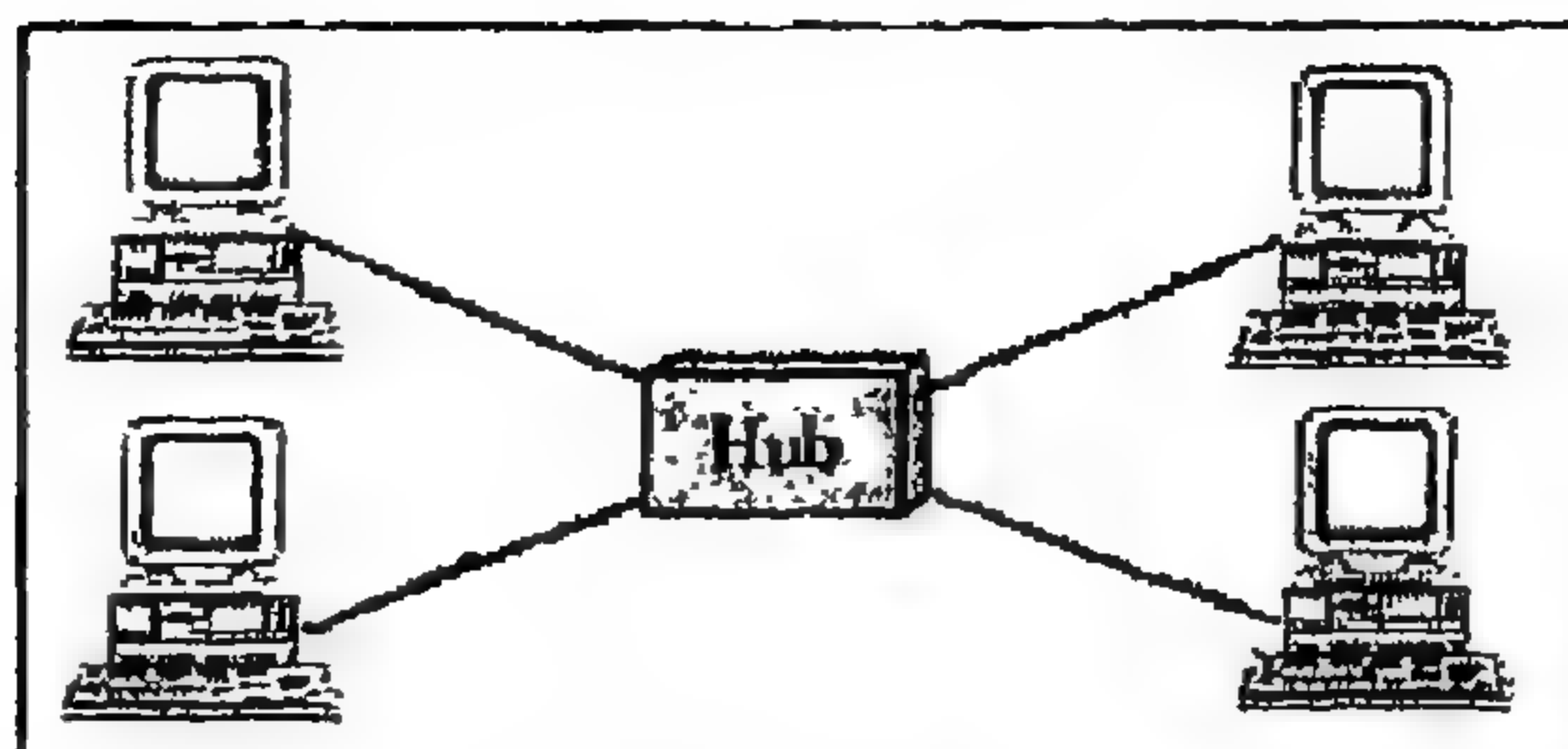
- (1) الاتصال المباشر بين الأجهزة (كل بالآخرين) يضمن أن كل رابط يحمل بيانات خاصة بين كل جهازين والذي يؤدي إلى عدم وجود مشاكل المرور التي يمكن أن تحدث عندما يكون هناك عدة روابط تصل بين أجهزة متعددة
- (2) طوبوغرافيا Mesh يعتبر دائما robust حيث أنه إذا سقط أحد الروابط لا يؤثر على الشبكة
- (3) الخصوصية والتأمين (privacy and security) كل رابطة (link) يمكن أن تحمل بياناتها الخاصة وبالتالي عندما يرسل أحد الأجهزة لا يراها إلا الجهاز المعني بها فقط
- (4) توصيل (point-to-point) بين الروابط تسهل من عملية تحديد وعزل العطل في الروابط.
- (5) تعدد المسارات داخل الشبكة حيث أنه إذا حدث عطل في رابط يمكن تسير الرسالة خلال رابط آخر

عيوب طوبوغرافيا Mesh

- (1) نظرا لوجود اتصال مباشر بين كل جهاز وباقي أجهزة الشبكة بواقع رابط بين كل جهازين فإن طوبوغرافيا Mesh يتطلب كابلات كثيرة وبالتالي إلى بنية تحتية ومساحة واسعة
 - (2) صعوبة في التركيب والتشبيك وذلك لأن كل كابل يجب أن يتصل بكل الأجهزة في الشبكة
 - (3) الكابلات المطلوبة يمكن أن تكون أكبر من المساحة المتاحة
 - (4) المكونات المادية المطلوبة لتوصيل كل رابط (أطراف التوصيل input/output ports والكابلات) ربما تتطلب تكلفة كبيرة جدا
- لأسباب السابقة يستخدم طوبوغرافيا Mesh في عدد محدود من التطبيقات

6.2.2 طوبوغرافيا النجمة STAR Topology

الشكل رقم 5 يوضح شكل طوبوغرافيا النجمة Star.



شكل 5 : طوبوغرافيا النجمة Star

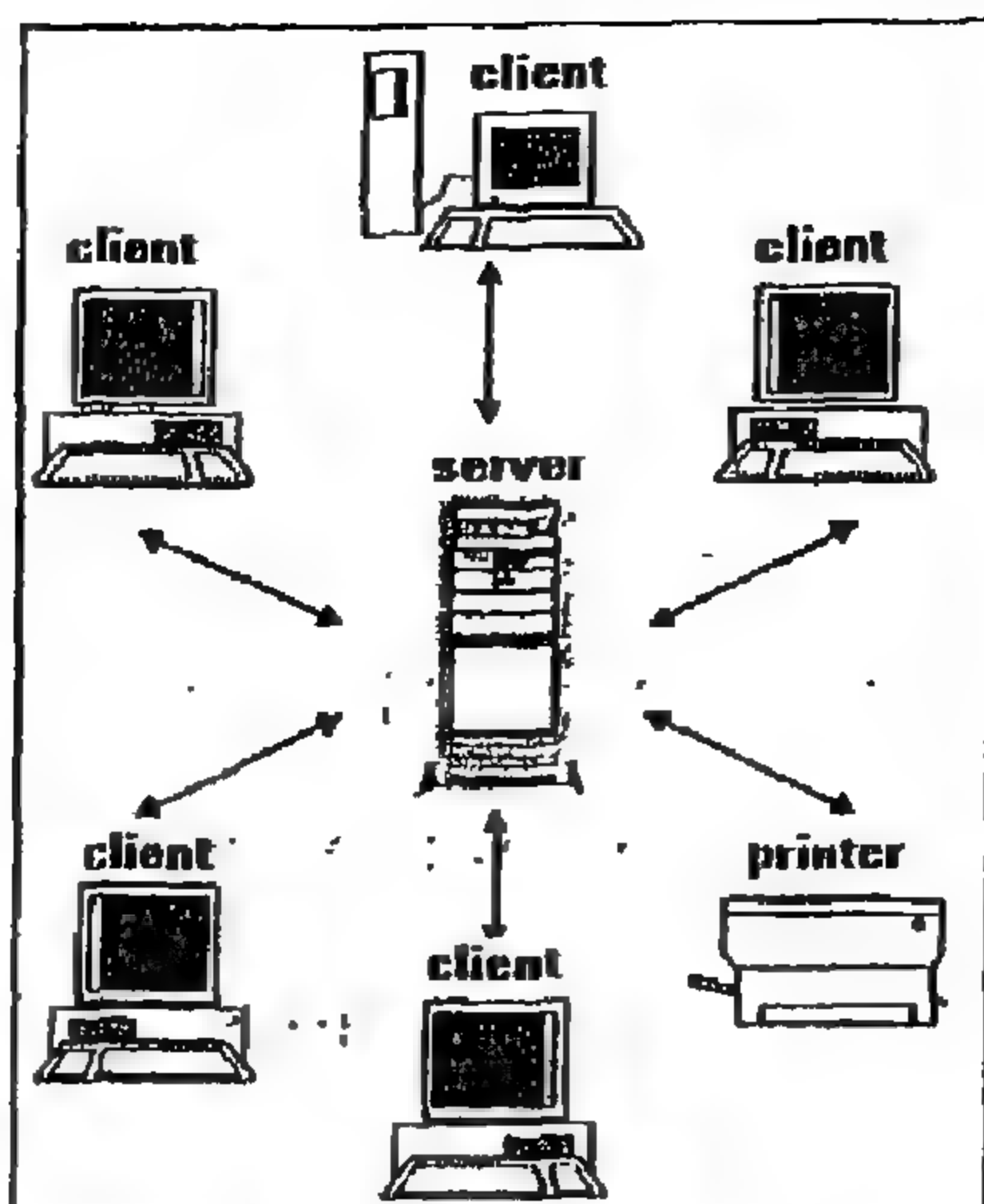
في طوبوغرافيا Star :

الأجهزة متصلة ببعضها خلال Hub (المتحكم المركزي). Hub يتحكم في المسارات داخل الشبكة. الإشارة تنتقل من جهاز معين إلى باقي الأجهزة خلال Hub. على مجال واسع يمكن استخدام STAR لتوصيل عدد من الشبكات المحلية (LAN).

يعتبر هذا النوع من أفضل الأنواع وهو يتميز بوجود موزع مركزي (Hub) تجتمع فيه الكابلات الخاصة بالأجهزة ويمكن أن يكون هذا الموزع (Hub) فعالاً من خلال قيامه بتقوية الإشارات المارة إليه.

الشكل رقم 6 يوضح اتصال جهاز حاسب مركزي (server) بعدة أجهزة فرعية (client) من خلال طوبوغرافيا Star .

جهاز الحاسب المركزي يتضمن Hub لربط الأجهزة الفرعية clients بالحاسب المركزي (server)



شكل 6 : اتصال جهاز حاسب مركزي (server) بعدة

أجهزة فرعية (client) من خلال طوبوغرافيا Star

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Star

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$\text{Number of links} = n$$

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$\text{Number of ports per device} = 1$$

مثال 2 :

شبكة Star تحتوي على 8 أجهزة. احسب عدد الروابط وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$$\text{Number of links} = n = 8 \text{ links}$$

$$\text{Number of ports per device} = 1 \text{ port}$$

مزايا طوبوغرافيا Star

(1) أقل تكلفة من شبكة Mesh

- (2) سهولة التركيب لأن كل جهاز يحتاج إلى رابط واحد وطرف دخل/خرج (I/O port) واحد
- (3) يحتاج إلى عدد قليل من الكابلات سواء للإضافة أو للحذف
- (4) إذا سقط رابط واحد لا تتأثر باقي روابط وأجهزة الشبكة (robustness)
- (5) سهولة تحديد العطل وعزله
- (6) يمكن استخدام Hub في تحديد الروابط التي لا تعمل وبالتالي تحويل (bypass) البيانات عن هذا الرابط التي لا تعمل
- (7) سهولة إضافة أو عزل أي جهاز

عيوب طوبوغرافيا Star

- (1) نظرا لأن كل جهاز متصل مباشرة ب Hub فإنه إذا حدث عطل في Hub سقطت الشبكة بالكامل
- (2) وجود ضوضاء داخل شبكات هذا النوع

6.2.3 طوبوغرافيا الشجرة Tree Topology

الشكل رقم 7 يوضح شكل طوبوغرافيا الشجرة Tree

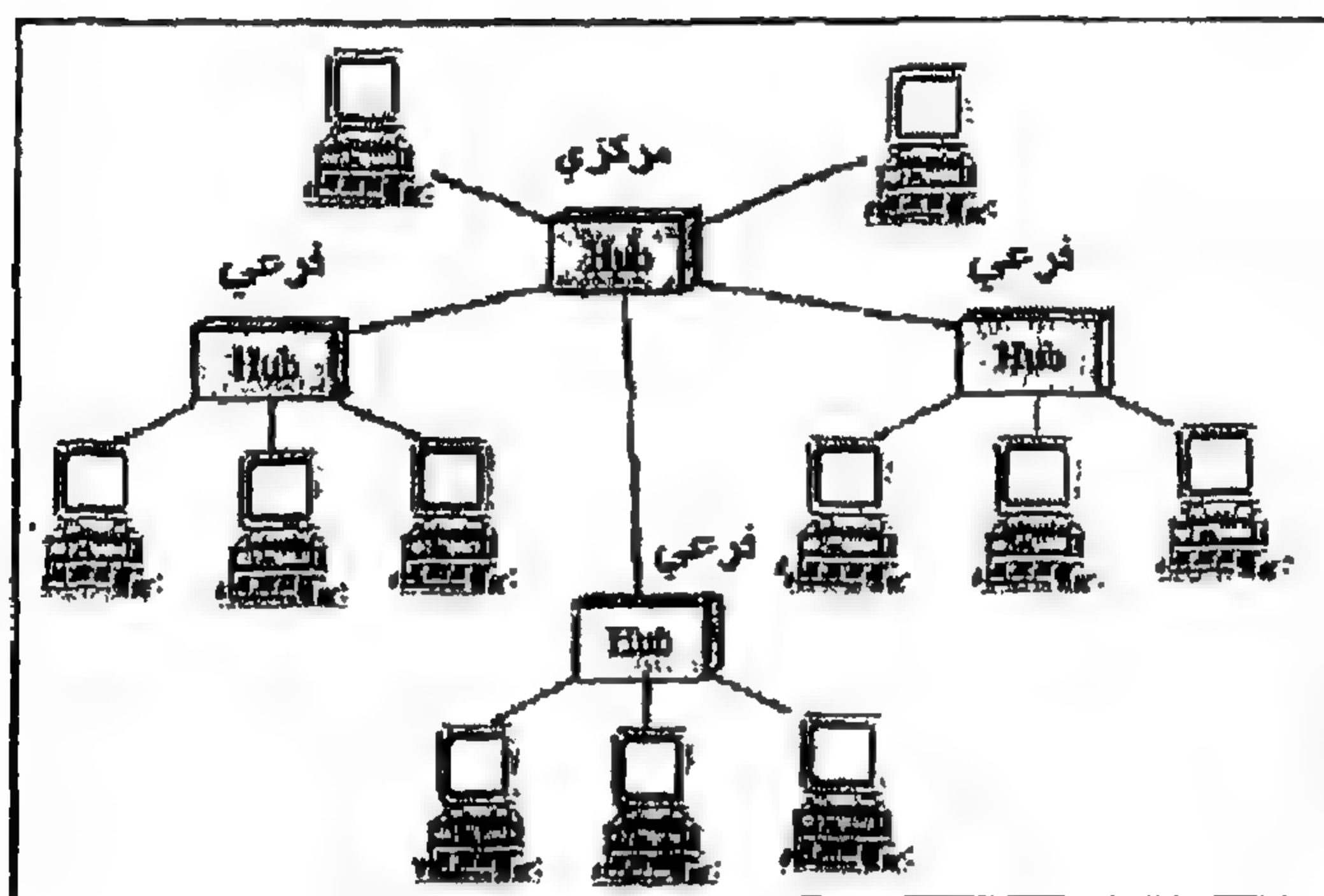
في طوبوغرافيا Tree :

طوبوغرافيا Tree مشابهة لطوبوغرافيا Star وذلك لوجود Hub مركزي للتحكم في المسارات. لا يوجد توصيل مباشر بين Hub المركزي وجميع أجهزة الشبكة حيث كل مجموعة من الأجهزة تكون متصلة بأحد Hub الفرعي (الثانوي) والذي يتصل بدوره مباشرة إلى Hub المركزي. يمكن أن يكون هناك اتصال مباشر بين أحد الأجهزة و Hub المركزي وذلك لدواعي الصيانة أو الإدارة (administration) أو الخصوصية

(privacy). Hub المركزي دائما يكون فعال (active hub) ويحتوي على repeater الذي يقوم بإعادة تهيئة الإشارات قبل إرسالها (استعادة شدة الإشارة تمهيدا لإرسالها إلى مسافات بعيدة) والذي يؤدي بدوره إلى زيادة المساحة التي يمكن أن تغطيها الشبكة.

Hub الثانوي يمكن أن يكون فعال أو غير فعال (active or passive hub). Hub الثانوي يقوم بالتوصيل المادي بين أجهزة طوبوغرافيا Star الموجودة داخل

طوبوغرافيا Tree



شكل 7 : شكل طوبوغرافيا الشجرة Tree

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Tree

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة بالإضافة إلى عدد m من Hubs يمكن حسابه من المعادلة :

$$\text{Number of links} = n + m - 1$$

m ... Number of hubs (primary and secondary hubs)

عدد Hubs (المركزي والفرعي)

n ... Number of devices connected on the network

عدد الأجهزة على الشبكة

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$\text{Number of ports per device} = 1$$

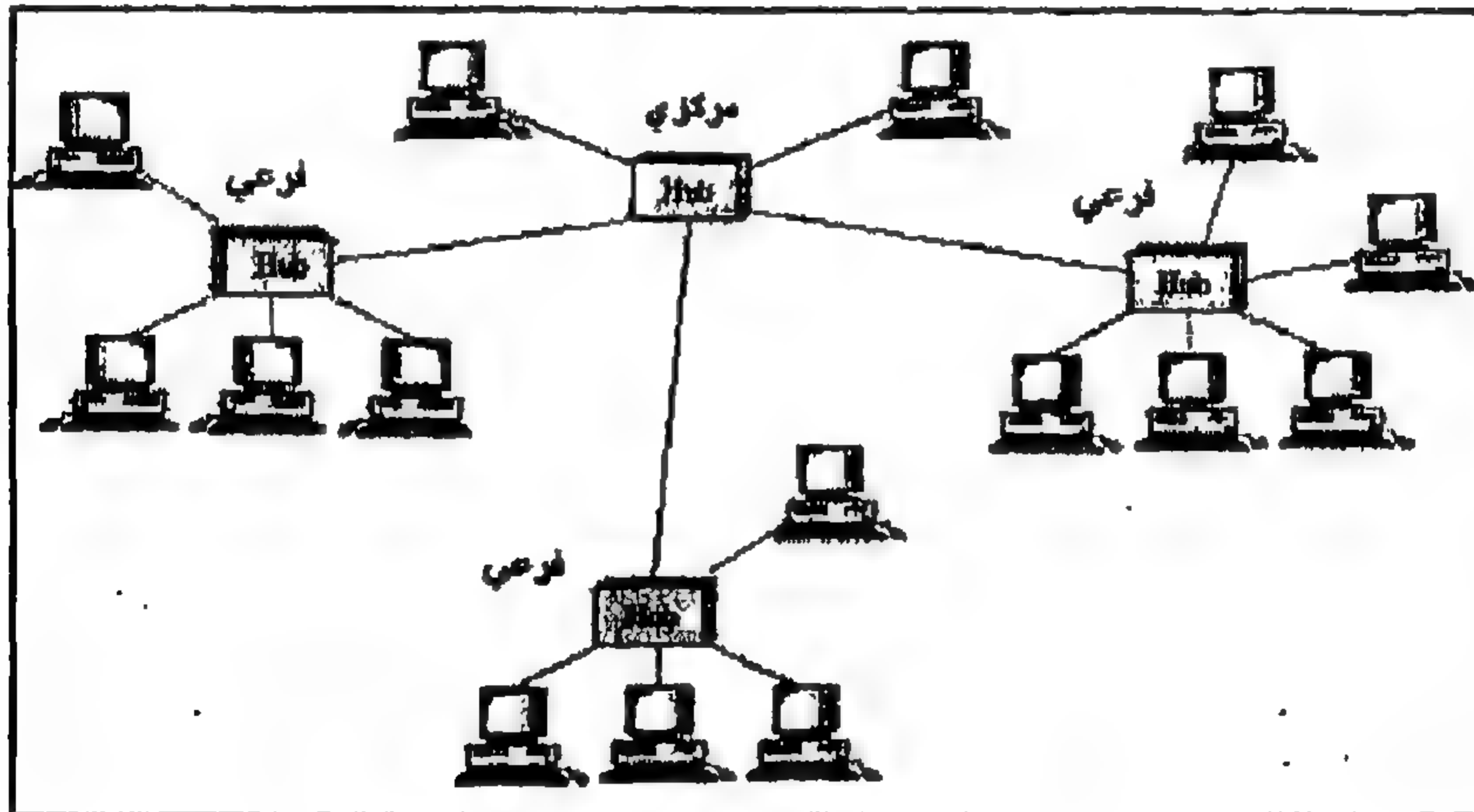
مثال 3 :

شبكة Tree تحتوي على 15 أجهزة وعدد 4 Hubs . لحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز. ارسم طوبوغرافيا الشبكة

الحل:

$$\text{Number of links} = n + m - 1 = 15 + 4 - 1 = 18 \text{ links}$$

$$\text{Number of ports per device} = 1 \text{ port}$$



مزايا طوبوغرافيا Tree

مزايا طوبوغرافيا Tree هي نفس مزايا طوبوغرافيا Star بالإضافة إلى المزايا التالية:

(1) يسمح بأجهزة عديدة أن تتصل ب hub المركزي وبالتالي زيادة مسافات سريان الإشارات بين الأجهزة

(2) تسمح للشبكة بعزل بعض الأجهزة أو إعطاء أسبقيات مرور (توصيل مباشر إلى Hub المركزي) لبعض الأجهزة (مصممي ومشغلي الشبكة) لتحقيق السرعة

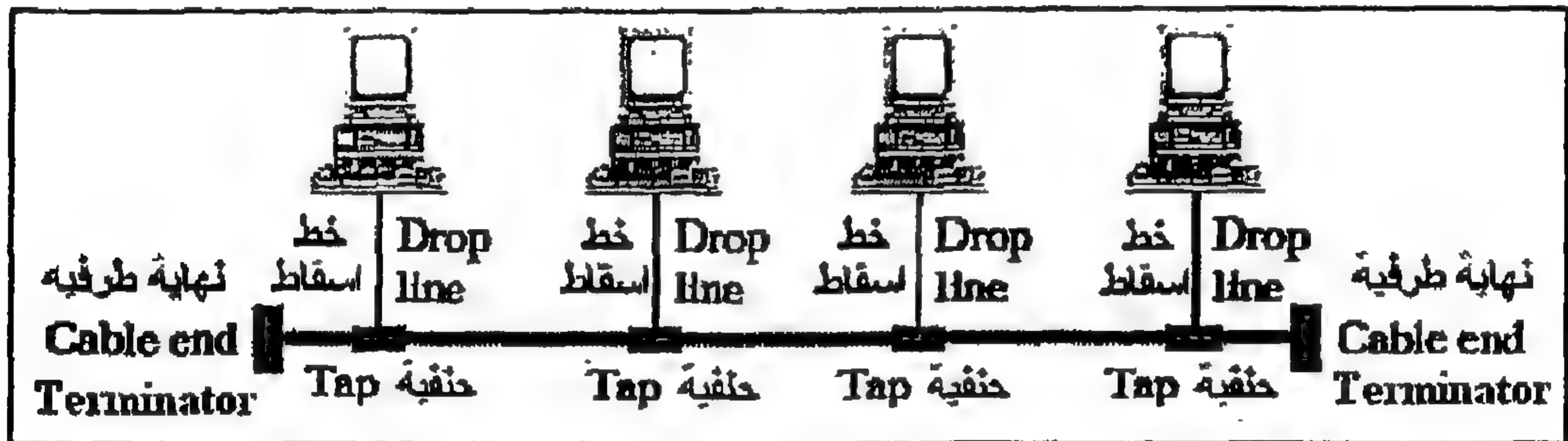
المطلوبة لتداول البيانات وإدخالها إلى الشبكة وعدم الدخول في مشاكل وأعطال Hubs الفرعية وكذلك عدم الانتظار للدخول على Hub المركزي

عيوب طوبوغرافيا Tree

عيوب طوبوغرافيا Tree هي نفس عيوب طوبوغرافيا Star من حيث أنه إذا حدث عطل في Hub المركزي فسيؤدي إلى عطل الشبكة بالكامل وإذا حدث عطل في أحد Hub الفرعية فسيتم فصل الأجهزة المتصلة بهذا Hub الفرعي عن الشبكة

6.2.4 طوبوغرافيا الخط BUS Topology

الشكل رقم 8 يوضح شكل طوبوغرافيا الخط Bus



شكل 8 : شكل طوبوغرافيا الشجرة Bus

طوبوغرافيا Bus هي شبكة الناقل الخطي وبنيتها أسهل وأبسط بنية فهي تتألف من cable وحيد على الشبكة تتصل به كل الأجهزة ويستطيع أي جهاز أن يرسل إلى أي جهاز آخر وتنتقل هذه الرسالة إلى كافة الأجهزة الموجودة على الشبكة ولكن لا يستطيع قراءتها إلا الجهاز المرسل له وذلك من خلال تحديد عنوان المستقبل داخل إطار الرسالة ويكون المرسل في هذه اللحظة هو المسيطر على الشبكة حتى ينتهي من عملية الإرسال.

في طوبوغرافيا Bus :

طوبوغرافيا Bus هي شبكة متعددة النقاط (multipoint configuration) حيث تكون كل الأجهزة فيها متصلة بكابل واحد يعمل كعمود فقري لربط كل الأجهزة على الشبكة. في طوبوغرافيا Bus حزمة البيانات تُنقل إلى كل الأجهزة داخل الشبكة في نفس الوقت. الأجهزة تتصل بالكبل الخطي بواسطة كابلات إسقاط (drop line) وحنفيات (Tap).

خط الإسقاط (drop line) هو توصيله بين الجهاز والكبل الرئيسي. نظرا لأن الإشارة ترسل عبر الكبل الرئيسي فيجب أن ينتهي هذا الكبل الرئيسي بحمل ملائم (matching load) لمنع ارتداد الإشارة على الشبكة. إذا كان هناك قطع (short) في مكان ما وإذا لم يكن موجود حمل امتصاص (matching load) ملائم فإن الإشارة المرتدة ستعود إلى الشبكة وستتفقد عملية الاتصال. عدد الأجهزة المتصلة بالكبل تؤثر على كفاءة الشبكة.

حيث أن الإشارة تسير خلال الكبل فإن جزء من طاقتها سيتحول إلى حرارة وبالتالي ستضعف الإشارة. ولهذا السبب يجب أن يكون هناك قيود على عدد الحنفيات (Tap) والمسافة بينهم. كلما زاد عدد الأجهزة المتصلة بالكبل زاد زمن الانتظار للبيانات وبالتالي ستكون الشبكة بطيئة ونظرا لأن الأجهزة متصلة خلال كابل فسيكون هناك كمية ضوضاء كبيرة. كلما زادت عدد الأجهزة زادت نسبة الضوضاء وبالتالي قلت كفاءة الشبكة

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Bus

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$\text{Number of links} = n + 1$$

حيث أنه يوجد كابل رئيسي (backbone) وكابل إسقاط لكل جهاز

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$\text{Number of ports per device} = 1$$

مثال 4 :

شبكة Bus تحتوي على 8 أجهزة. أحسب عدد الروابط وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$$\text{Number of links} = n + 1 = 9 \text{ links}$$

$$\text{Number of ports per device} = 1 \text{ port}$$

مزايا طوبوغرافيا Bus

(1) سهولة التركيب: حيث أن كابل العمود الفقري (backbone cable) يوضع في أفضل مسار ثم يتم توصيله بالأجهزة بواسطة كابلات إسقاط (drop lines) مختلفة الأطوال

(2) يستخدم كابلات أقل من طوبوغرافيا Mesh , and Tree

(3) رخيصة الثمن

عيوب طوبوغرافيا Bus

(1) صعوبة معرفة العطل وعزله

(2) طوبوغرافيا Bus يُصنَّم عادة لتحقيق كفاءة مرضية عند التركيب وبالتالي يكون من الصعب إضافة أجهزة جديدة على الشبكة

(3) يمكن أن يسبب انعكاس الإشارة تقليل في جودة الشبكة. هذا التقليل يمكن أن يتحكم فيه بتحديد عدد الأجهزة والمسافة بينها

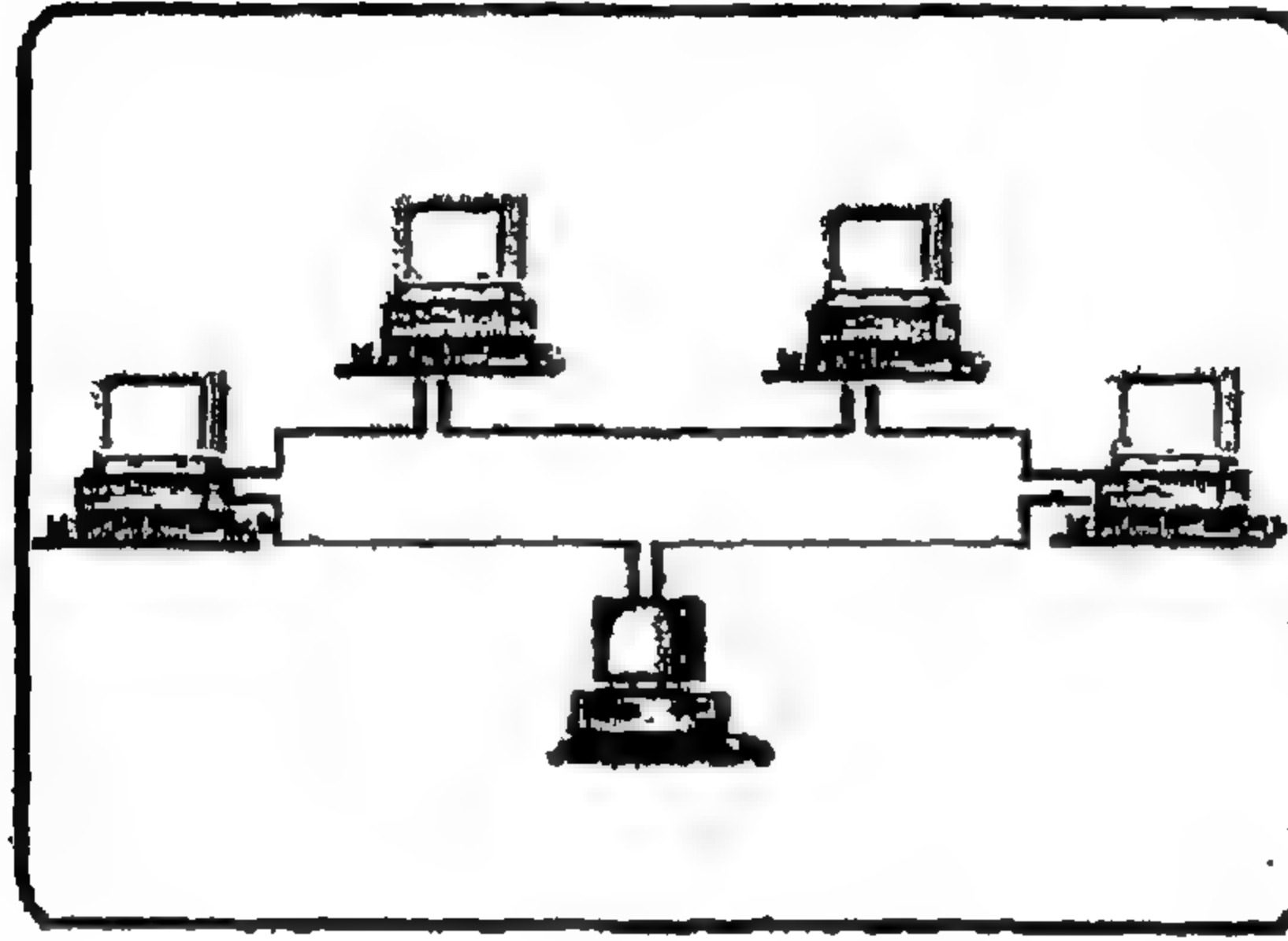
(4) إضافة أجهزة جديدة قد تتطلب التعديل في الشبكة وقد يكون هناك حاجة لتغيير الخط

الرئيسي

(5) الخطأ أو القطع في كابل (backbone cable) يوقفان كل الإرسال، حتى بين الأجهزة المشتركة في نفس جانب المشكلة حيث أن منطقة الضرر تعكس الإشارات باتجاه الأصل وتخلق الضوضاء في كلا الاتجاهين

6.2.5 طوبوغرافيا الحلقة RING Topology

الشكل رقم 9 يوضح شكل طوبوغرافيا الحلقة Ring



شكل 9 : شكل طوبوغرافيا الحلقة Ring

طوبوغرافيا Ring هي شبكة تكون على شكل دائري من الناحية النظرية حيث تنتقل الإشارات من جهاز إلى جهاز آخر في اتجاه واحد فقط وبكل جهاز يوجد طرفين للتوصيل أحدهما للإرسال إلى الجهاز التالي والآخر للاستقبال من الجهاز الذي قبله

في طوبوغرافيا Ring :

في طوبوغرافيا Ring يكون لدى كل جهاز خط ربط واحد (point-to-point) فقط بالجهازين على جانبيه . في طوبوغرافيا Ring تكون الأجهزة موصلة على كابل دائري لا يوجد نهايات طرفية مثل طوبوغرافيا Bus . الإشارة تسير حول loop وتمر بكل جهاز (الذي يقوم بإعادة إرسال الإشارة بعد تكبيرها) حتى تصل إلى المقر الأخير.

على مقياس كبير شبكات LAN يمكن أن تتصل ببعضها خلال شبكة حلقية بواسطة استخدام كابل ألياف بصرية

عدد الروابط المستخدمة في بناء طوبوغرافيا Ring

عدد الروابط المطلوبة لربط عدد (n) من الأجهزة يمكن حسابه من المعادلة:

$$\text{Number of links} = n$$

عدد المخارج (ports) في كل جهاز يمكن حسابه من المعادلة

$$\text{Number of ports per device} = 2$$

مثال 5 :

شبكة Ring تحتوي على 8 أجهزة. احسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز

الحل:

$$\text{Number of links} = n = 8 \text{ links}$$

$$\text{Number of ports per device} = 2 \text{ ports}$$

مزايا طوبوغرافيا Ring

(1) كل جهاز يقوم بتكبير الإشارة وبالتالي يزيد من قوة الإشارة المرسلية واتساع مساحة الشبكة

(2) سهولة التركيب والتشبيك حيث أن كل جهاز يتصل فقط بالجهاز الذي قبله والذي بعده

(3) لإضافة أو حذف جهاز يستلزم فقط تحريك توصيلتان

(4) سهولة تحديد وعزل الأعطال حيث أنه إذا لم يستلم جهاز الإشارة خلال فترة معينة فإنه يصدر إنذار لتنبيه المرسل بوجود عطل وموضعه

(5) قليلة الضوضاء

عيوب طوبوغرافيا Ring

- (1) يمكن أن يكون المرور الأحادي الاتجاه عيب وذلك لتأخر وصول الرسالة إلى الأجهزة في الاتجاه العكسي لسريان الرسالة
- (2) جهاز واحد فقط الذي يعمل في المرة الواحدة من خلال عملية Token passing
- (3) أكثر تكلفة من طوبوغرافيا Bus
- (4) إذا انقطع الكبل الدائري يتوقف الشبكة بشكل كامل.
- (5) إذا حدث فصل أو عطل لأحد الأجهزة يتوقف عمل الشبكة بالكامل. للتغلب على هذا العيب يمكن استخدام بدال (switch) لخلق مسار الجهاز المعطل

تمرير أمانة الاتصال (Token Passing)

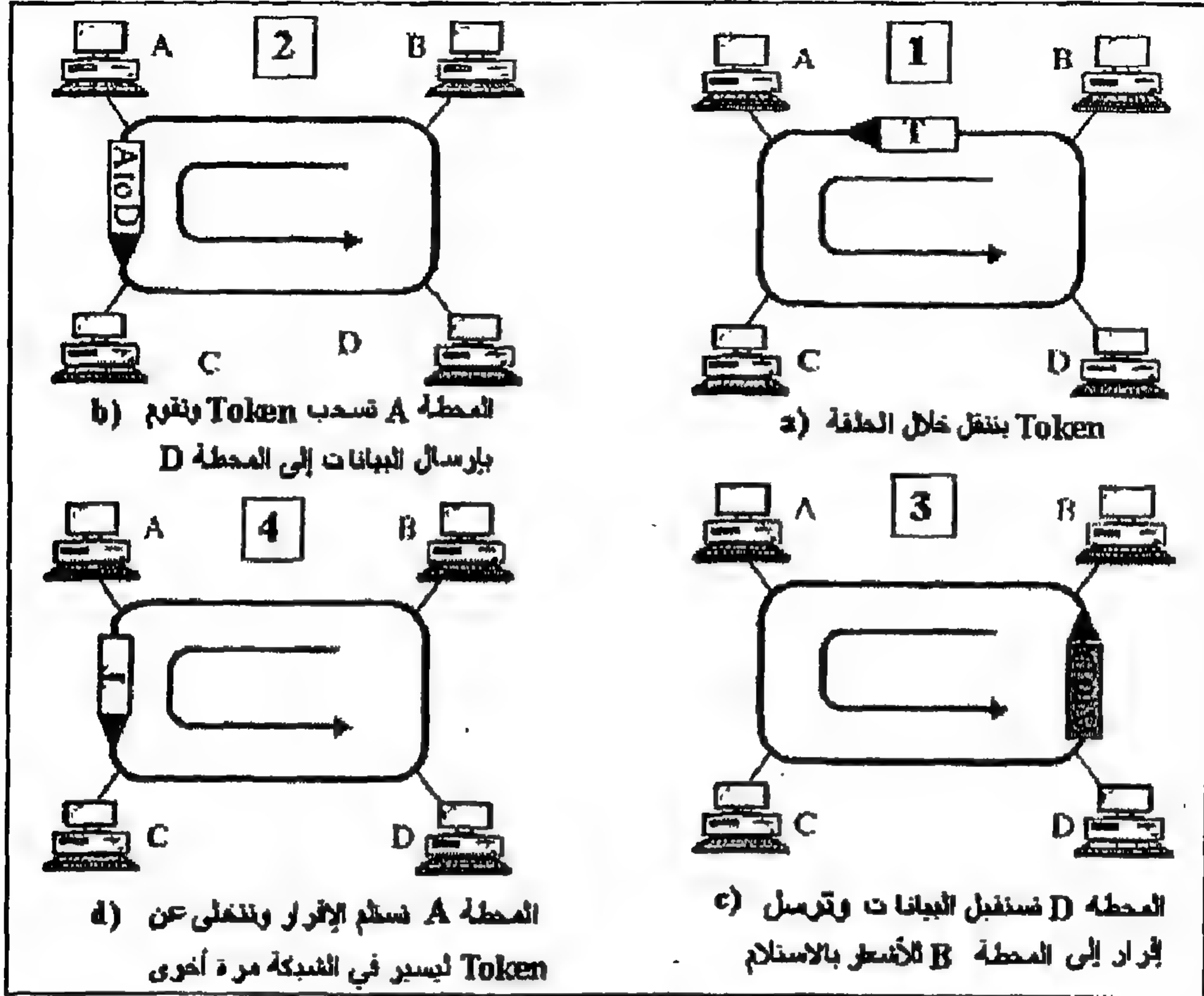
طريقة إرسال البيانات حول شبكة Ring تسمى بعملية تمرير أمانة الاتصال (token passing). الأمانة (token) هي مجموعة متتالية من البتات (series of bits) تدور في الحلقة بغرض التحكم في الدخول على الشبكة. تسمح حيازة token لجهاز واحد فقط داخل الشبكة أن يرسل المعلومات. الجهاز الذي سيرسل بيانات يسحب token من الحلقة (لن يتمكن جهاز آخر على الشبكة من إرسال معلومات وذلك لعدم وجود Token على الشبكة) ثم يرسل الرسالة حول الشبكة والتي تحتوي على عنوان المستقبل. كل جهاز تمر عليه الرسالة يقوم بتمريرها إلى الجهاز الذي يليه حتى تصل الإشارة إلى الجهاز المحدد بالعنوان الموجود داخل الرسالة.

الجهاز الذي استقبل الرسالة يقوم بإعادة رسالة (reply) إلى الجهاز المرسل لأخباره أنه استلم الرسالة. بعد التحقق من استلام المستقبل للرسالة وسلامتها يقوم الجهاز الذي أرسل الرسالة بتوليد token جديدة وإدخالها على الشبكة وفي هذا الحالة يمكن لجهاز آخر من إرسال رسائل على الشبكة

مثال 6:

الشكل رقم 10 يوضح كيف أن المحطة A يمكنها إرسال رسالة المحطة D باستخدام

Token Passing



شكل 10: المحطة A تقوم بإرسال رسالة إلى المحطة D باستخدام Token Passing

6.2.6 الطوبوغرافيا المختلط HYBRID Topology

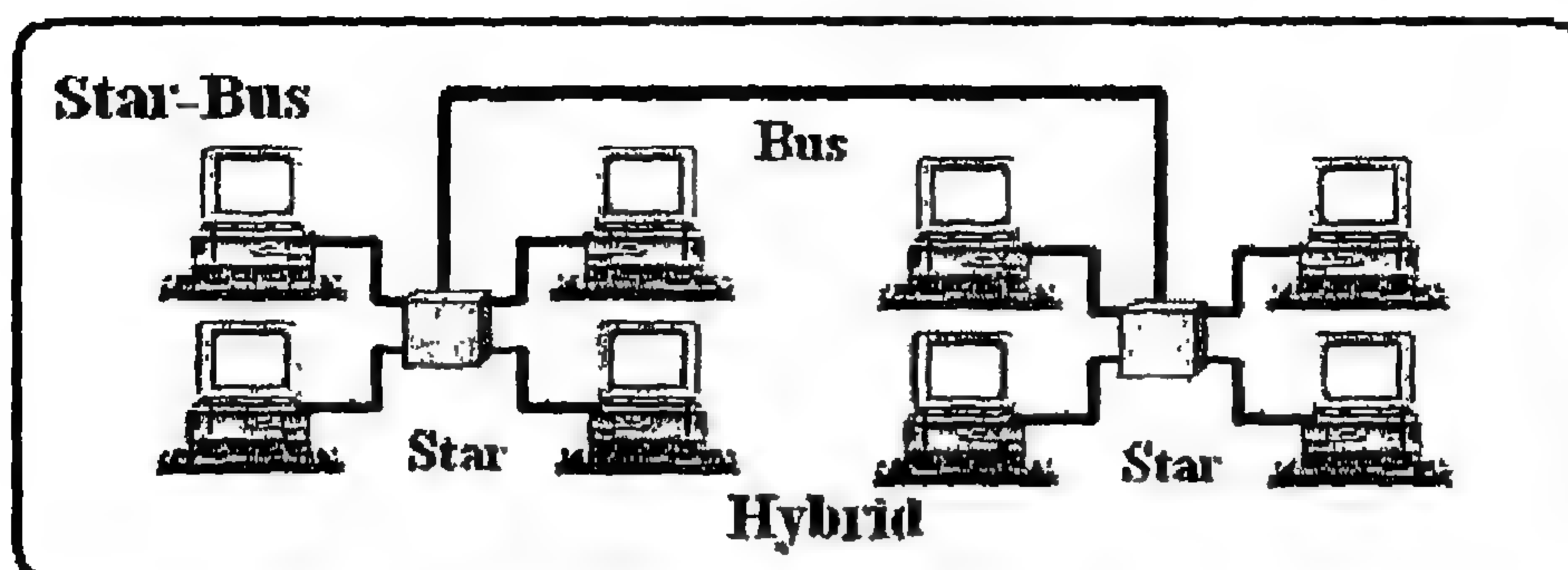
الشبكات غالباً لا تصمم باستخدام نوع فقط واحد من الطوبوغرافيا. للاستفادة من مزايا كل طوبوغرافيا يمكن دمج أكثر من طوبوغرافيا في تصميم الشبكة. هناك ثلاثة أنواع شائعة الاستخدام في الطوبوغرافيا المختلط hybrid هم:

- a) star-bus topology ,
- b) star-ring topology and

c) Star-ring-bus topology.

a) Star-bus topology

الشكل رقم 11 يوضح شكل شبكة Star-Bus

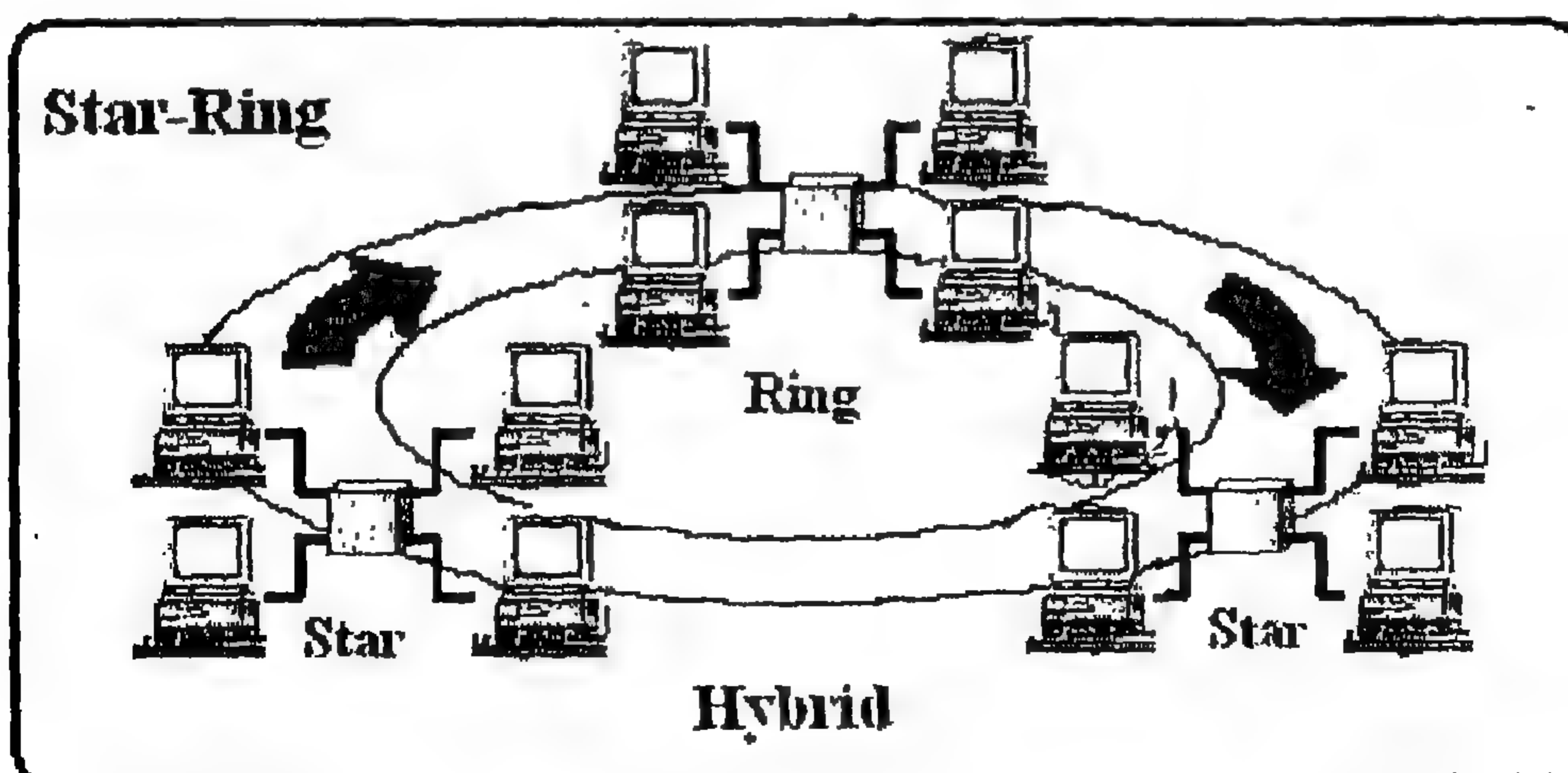


شكل 11 : شكل شبكة Star-Bus

في شبكة Star-Bus يوجد مجموعة من طوبوغرافيا Star متصلة برابط واحد (bus). يمكن إضافة طوبوغرافيا Star أخرى إلى الرابط (Bus). في شبكة Star-Bus إذا سقط جهاز واحد لا يؤثر على باقي الشبكة. إذا سقط Hub انعدم الاتصال داخل الشبكة الخاصة بهذا Hub فقط

b) Star-ring topology

الشكل رقم 12 يوضح شكل شبكة Star-Ring

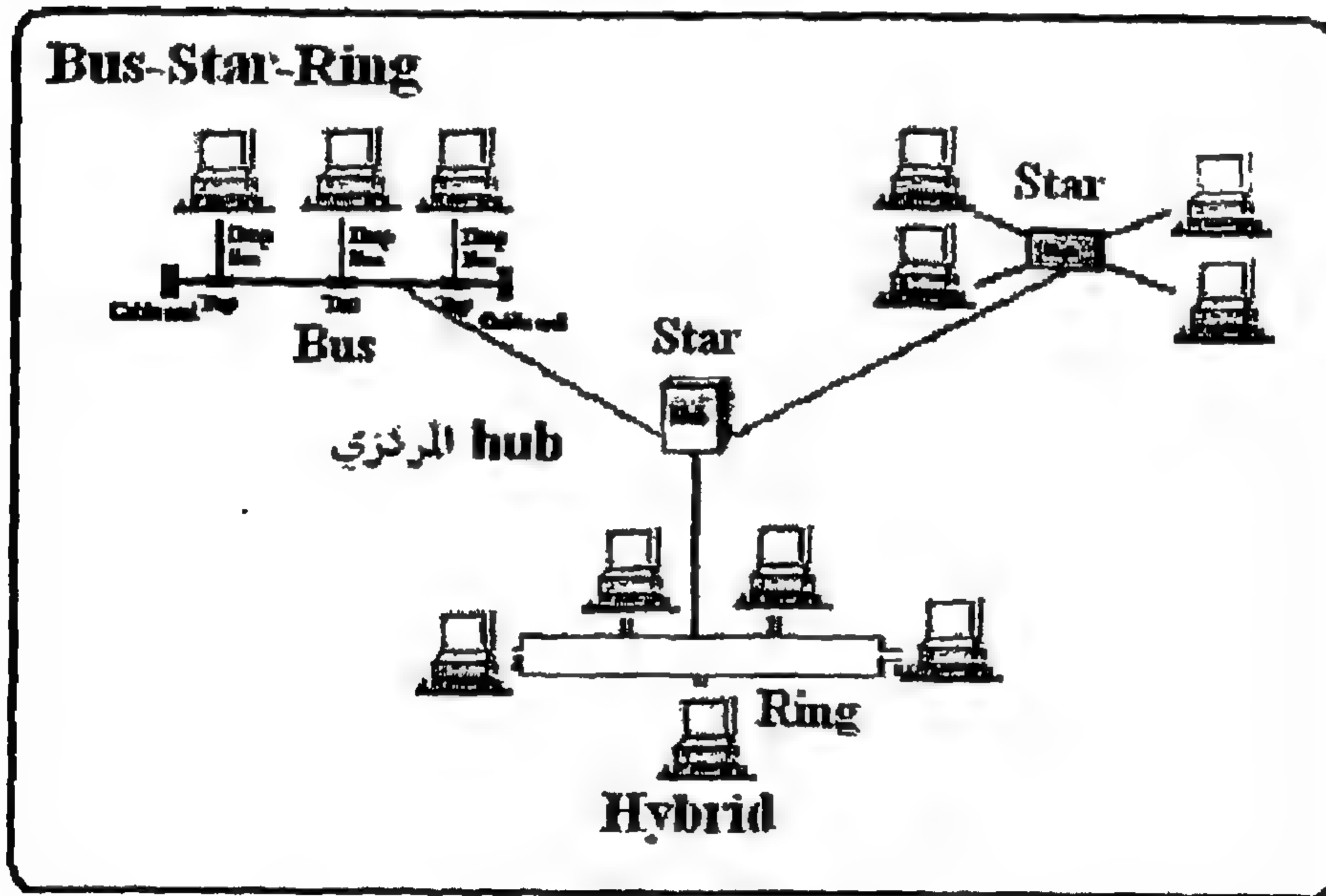


شكل 12 : شكل شبكة Star-Ring

في شبكة Star-Ring يتم توصيل بعض الأجهزة لتكوين طوبوغرافيا Star باستخدام Hub لكل طوبوغرافيا. يتم ربط طوبوغرافيا Star برابط حلقي لتكوين شبكة حلقية (Ring) تتكون من عدة طوبوغرافيا Star داخلية. إذا حدث عطل في أحد الأجهزة لا يؤثر على باقي أجزاء الشبكة. باستخدام خاصية تمرير token يكون لجميع الأجهزة داخل الشبكة نفس فرص الاتصال وبالتالي سماحية المرور بين أكثر من جهاز مقارنة بشبكة Star-Bus السابقة

c) Star-ring-bus topology

الشكل رقم 13 يوضح شكل شبكة Bus-Star-Ring



شكل 13 : شكل شبكة Bus-Star-Ring

في شبكة Bus-Star-Ring الاتصال يتم بصورة مركزية من خلال Hub مركزي. الطوبوغرافيا Bus, Star and Ring يتم ربطهم بطوبوغرافيا Star. إذا حدث عطل في Hub المركزي سقط الربط المركزي وكل شبكة تعمل بصورة منفردة. Hub المركزي يتحكم في المسارات بين الشبكات الثلاثة

6.3 أنصاف الشبكات SCOPES OF NETWORKS

أنصاف الشبكة تشير إلى حجمها الجغرافي. يمكن أن تتراوح الشبكة في الحجم من عدد محدود من الأجهزة داخل مكتب واحد إلى الآلاف من الأجهزة المتصلة معًا عبر مسافات بعيدة. مجال الشبكة يُحدّد بحجم الشبكة أو المسافة بين المستخدمين على الشبكة. المجال يحدّد كيفية تصميم الشبكة و العناصر المادية التي تُستخدَم في بنائها.

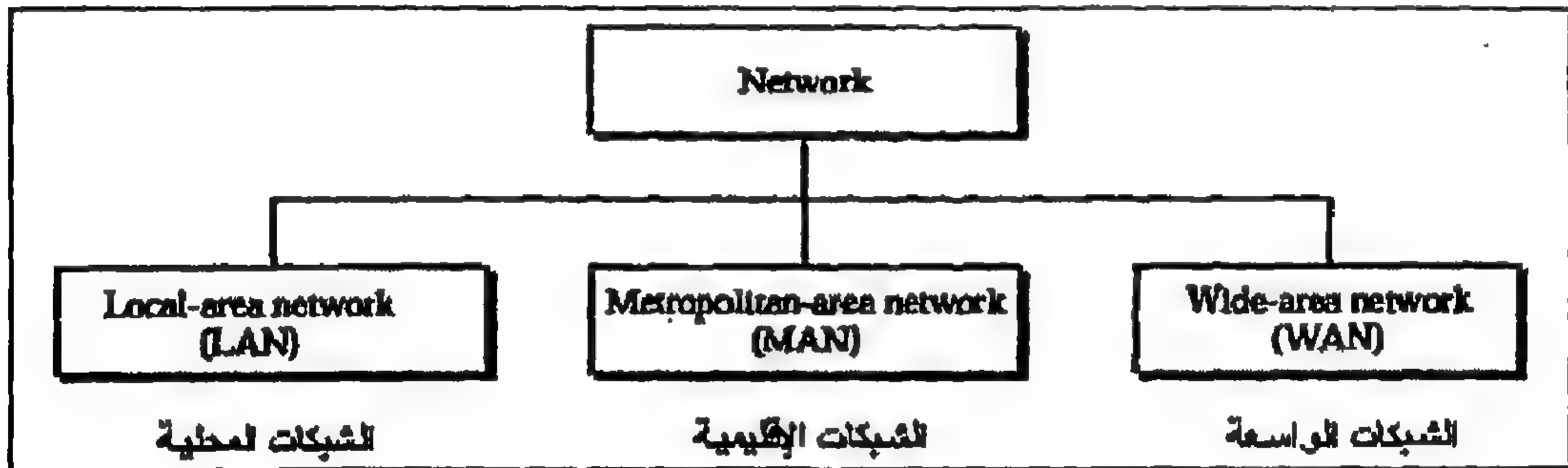
تبعاً للمساحة التي يمكن أن تغطيها يمكن تقسيم الشبكة إلى ثلاثة أنصاف هي:

(a) الشبكات المحلية Local Area Networks (LAN)

(b) الشبكات الإقليمية Metropolitan Area Network (MAN)

(c) الشبكات الواسعة Wide Area Networks (WAN)

الشكل رقم 14 يوضح أنصاف الشبكات



شكل 14 : أنصاف الشبكات

(a) الشبكات المحلية Local Area Networks (LAN)

هي شبكة الاتصال ذات الملكية الخاصة التي تغطي منطقة صغيرة مثل مبنى أو مكتب.

الشكل رقم 15 يوضح شبكات LAN والتي تغطي مبنى واحد أو عدة مباني

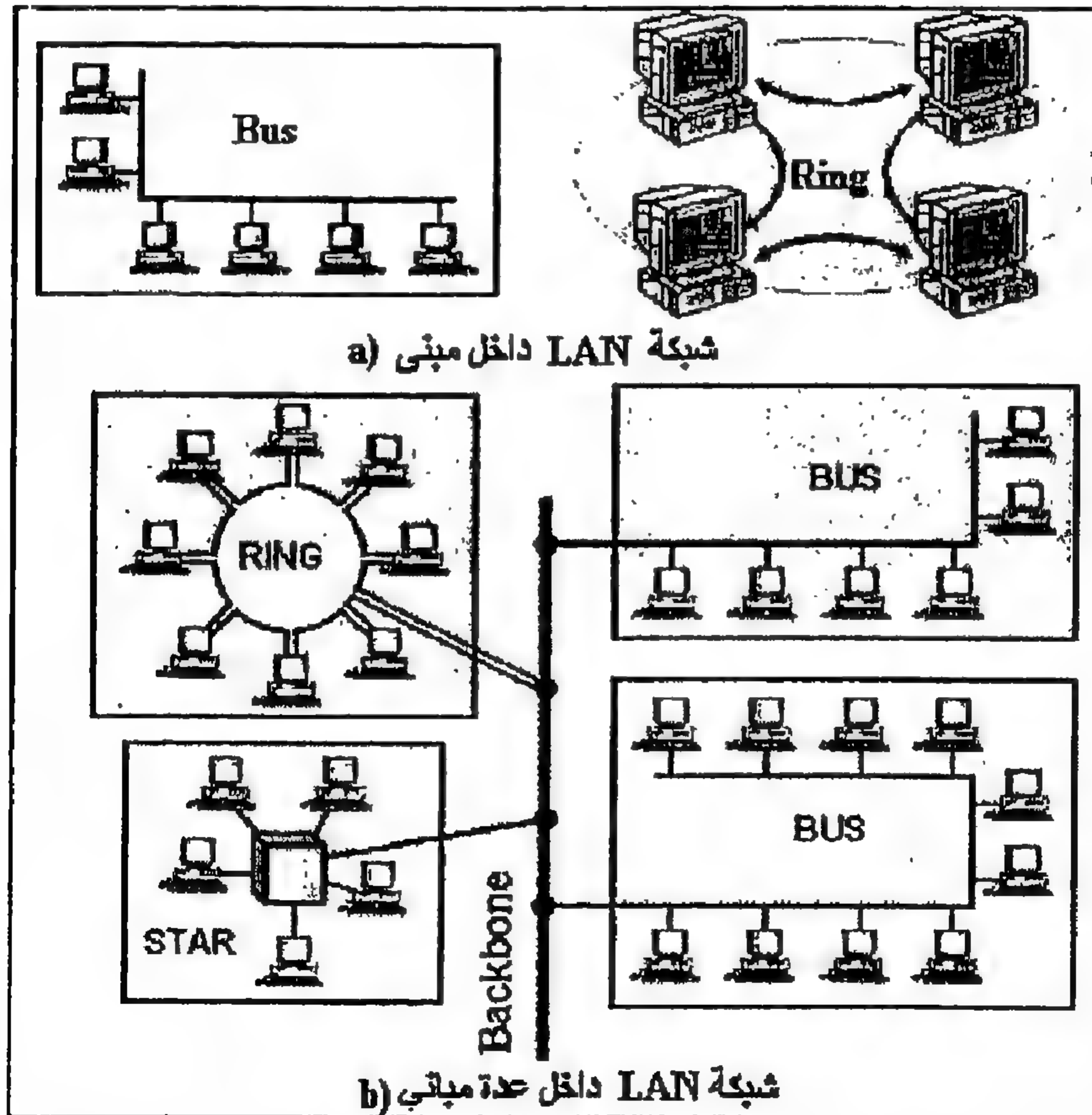
تصمم شبكة LAN لتسمح لأجهزة الحاسب بالمشاركة في استخدام الموارد (Resources). الموارد تكون مصادر مادية (الطابعات) أو برامج تطبيقية أو بيانات.

حجم LAN قد يُحدّد بقيود الترخيص على عدد المستخدمين لكل نسخة من البرامج، أو

بقيود على عدد المستخدمين المرخصين لاستخدام نظام التشغيل. بشكل عام تستخدم شبكة LAN نوع واحد من قنوات الاتصال .

تستخدم شبكات LAN في محيط التجارة والأعمال حيث يكون هناك ارتباط بين عدة أجهزة للعمل بصورة تعاونية مثل شبكة المعلومات داخل بنك أو ورش العمل داخل مصنع حيث يكون هناك جهاز واحد له سعة تخزينية فائقة وسرعة عالية جدا يسمى server ومجموعة من الأجهزة الفرعية تسمى clients . الطوبوغرافيا الشائع الاستخدام في شبكات LAN هو Star, Bus, and Ring .

عادة لدى شبكات محلية (LAN) معدلات لسرعة البيانات من 4 إلى 16 Mbps وقد تصل هذه السرعة في المستقبل القريب إلى ما يزيد عن 200 Mbps



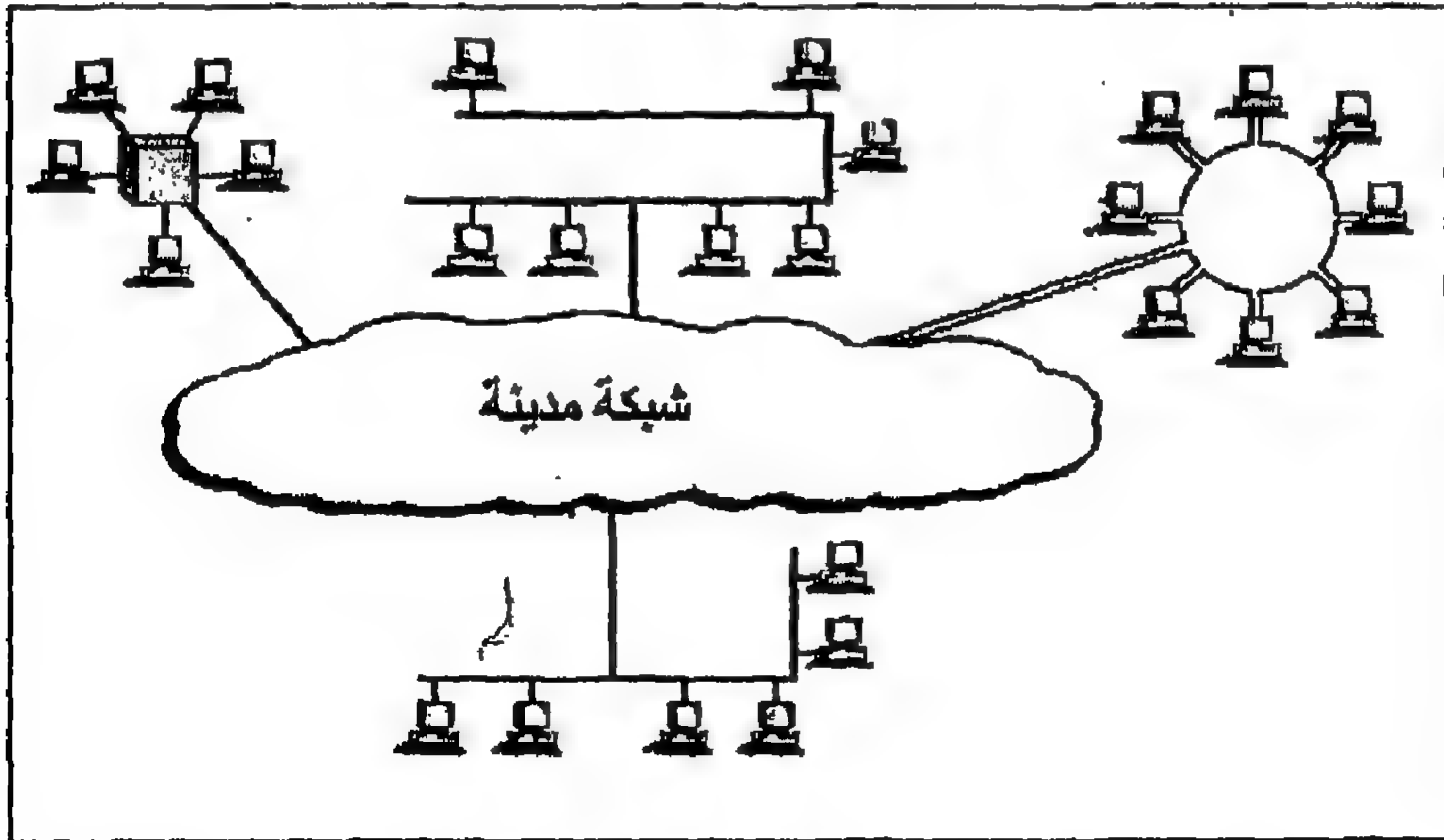
شكل 15: شبكات LAN والتي تغطي مبنى واحد أو عدة مباني

خواص شبكة الحاسب المحلية (LAN)

تتميز الشبكات المحلية (LAN) بعدة خصائص من أهمها: (1) قصر المسافة بين وحدات الشبكة لوجودها في منطقة جغرافية محدودة. (2) سرعة تراسل عالية بين وحدات الشبكة خاصة قد تصل إلى 100 Mbps. (3) إدارة الشبكة وملكيتها لهيئة خاصة.

(b) الشبكات الإقليمية (Metropolitan Area Network (MAN)

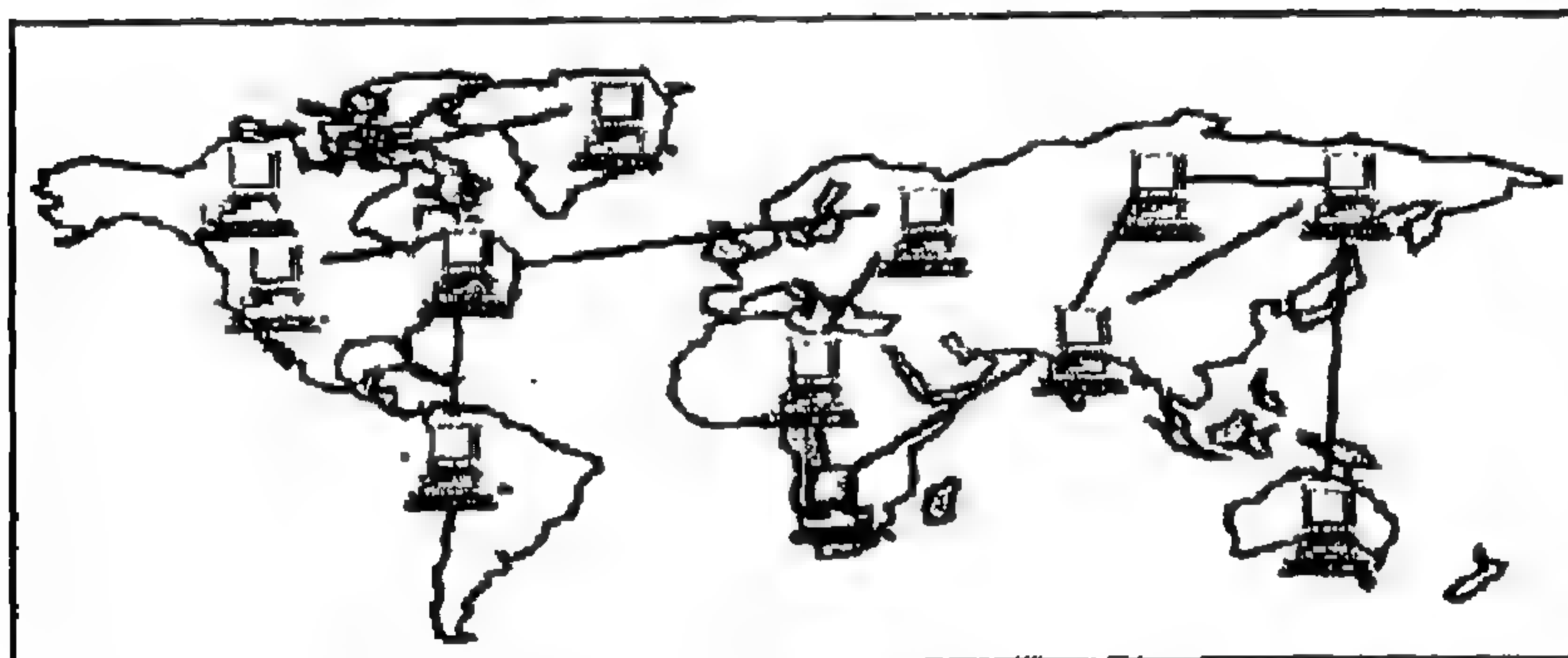
صُمِّمَت شبكة MAN للامتداد على مدينة بالكامل و قد تكون شبكة واحدة مثل شبكة التليفزيون الخاصة، أو قد تتكون من توصيل عدد من شبكات محلية (LAN) في شبكة كبيرة. على سبيل المثال يمكن ربط البنوك الموجودة في مدينة (city) ما من خلال ربط بنوك كل مقاطعة (town) في شبكة LAN ثم ربط شبكات LANs لتكوين شبكة MAN. شبكة MAN تملك تمامًا وتُشغَل بواسطة شركة خاصة، أو قد يكون خدماتها مزودة بشركة خاصة مثل شركات التليفون المحلية. الشكل رقم 16 يوضح شبكة MAN والتي يمكن أن تغطي مدينة بأكملها



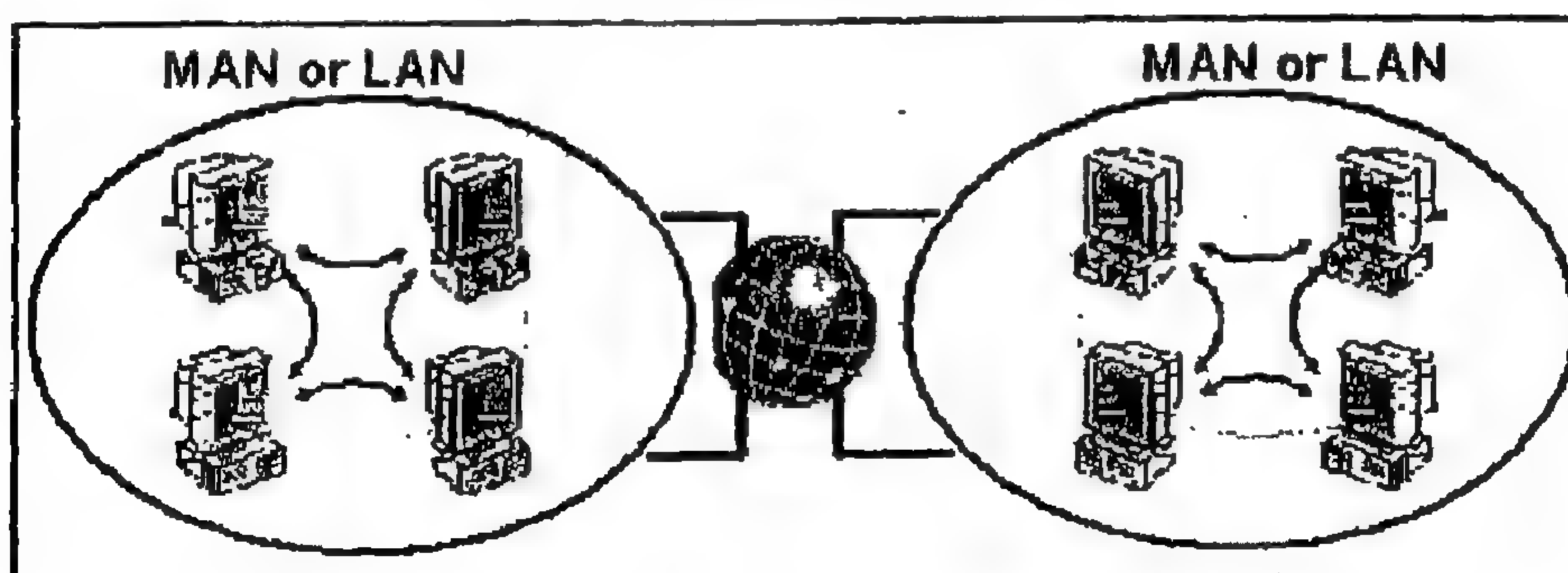
شكل 16: شبكة MAN والتي يمكن أن تغطي مدينة بأكملها

(c) الشبكات الواسعة (Wide Area Networks (WAN)

هي الشبكات التي تستخدم في الاتصالات الواسعة والتي تمكن من إرسال المعلومات والصور والصوت (multimedia) عبر مساحات جغرافية واسعة تشمل بلد (country) أو ربما تشمل قارة (continent) أو قد تصل إلى تغطية العالم بأسره (whole world). الشكل رقم 17 يوضح شبكة WAN والتي يمكن أن تغطي العالم بأسره. بشكل عام تتكون شبكة WAN من عدة شبكات MAN أو LAN يتم ربطهم من خلال الأقمار الصناعية المنتشرة عبر العالم كله (الشكل رقم 18)



شكل 17: شبكة WAN والتي يمكن أن تغطي العالم بأسره



شكل 18: شبكة WAN تتكون من عدة شبكات MAN أو LAN

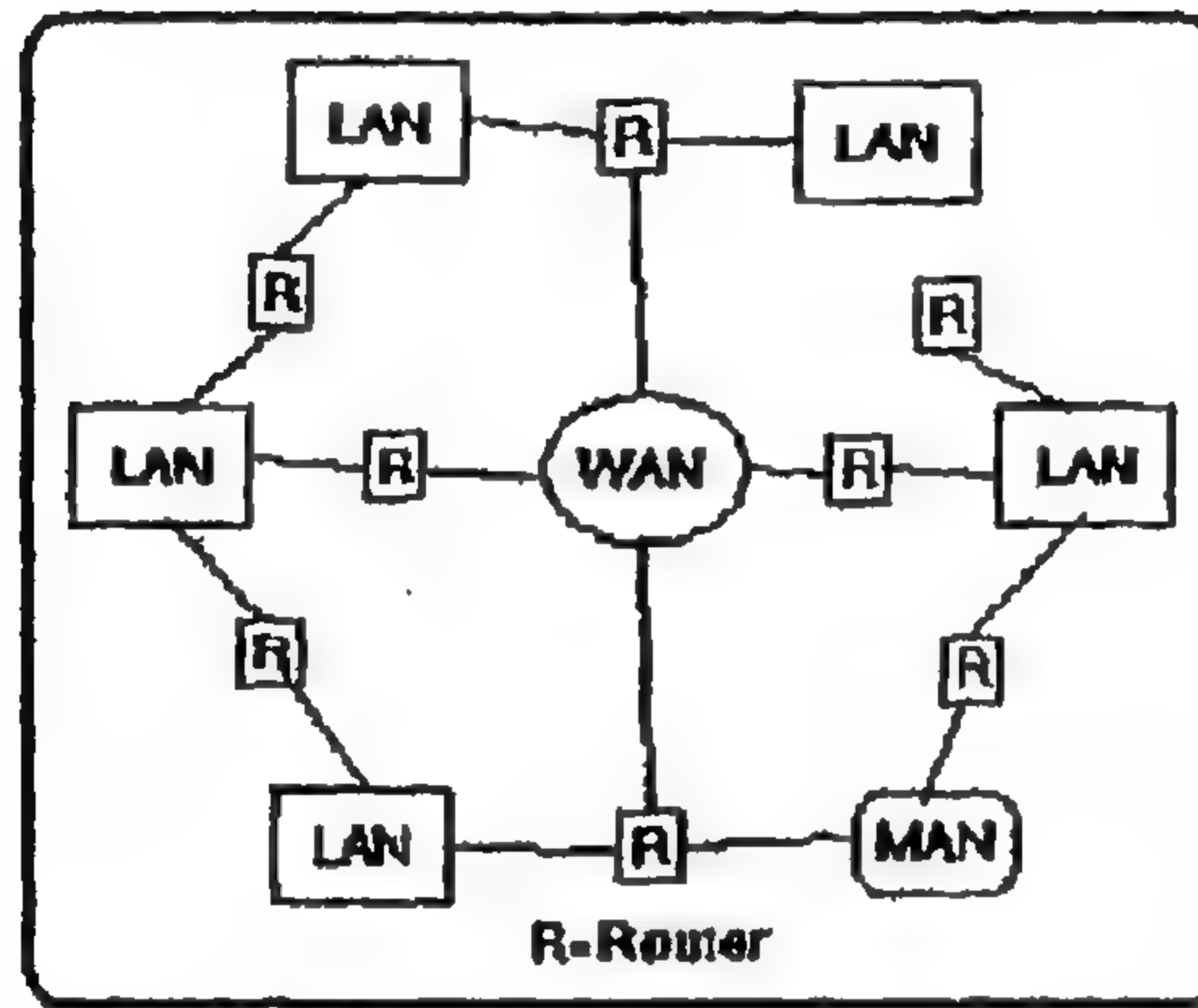
يتم ربطهم من خلال الأقمار الصناعية

على عكس الشبكات المحلية LAN والتي تعتمد على معداتها الخاصة في الاتصالات فإن شبكة WAN قد تستخدم أجهزة اتصالات عامة أو مستأجرة، أو خاصة حيث يتم

تجميعهم وبالتالي يمكن امتداد مساحة تغطية الشبكة عبر مساحات جغرافية شاسعة قد تصل إلى آلاف الأميال

6.4 الانترنتورك (الانترنت) INTERNETWORK OR INTERNET

عندما يتم توصيل شبكتان أو أكثر يكون لدينا internet or internetwork (شكل رقم 19) حيث أن التوصيل بين هذه الشبكات يتم من خلال أجهزة ربط الشبكات مثل routers and gateway تبعاً لأنواع البروتوكولات المستخدمة ومدى توافقها



شكل 19: الشبكات المتداخلة (internetworks) أو الانترنت (internet)

6.5 أنواع الشبكات تبعاً لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة

TYPES OF NETWORK ACCORDING TO DATA INTERCHANGE

تبعاً لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة تنقسم الشبكات إلى:

(a) شبكة النظير (النذ) للنظير (للند) Peer-to-Peer network

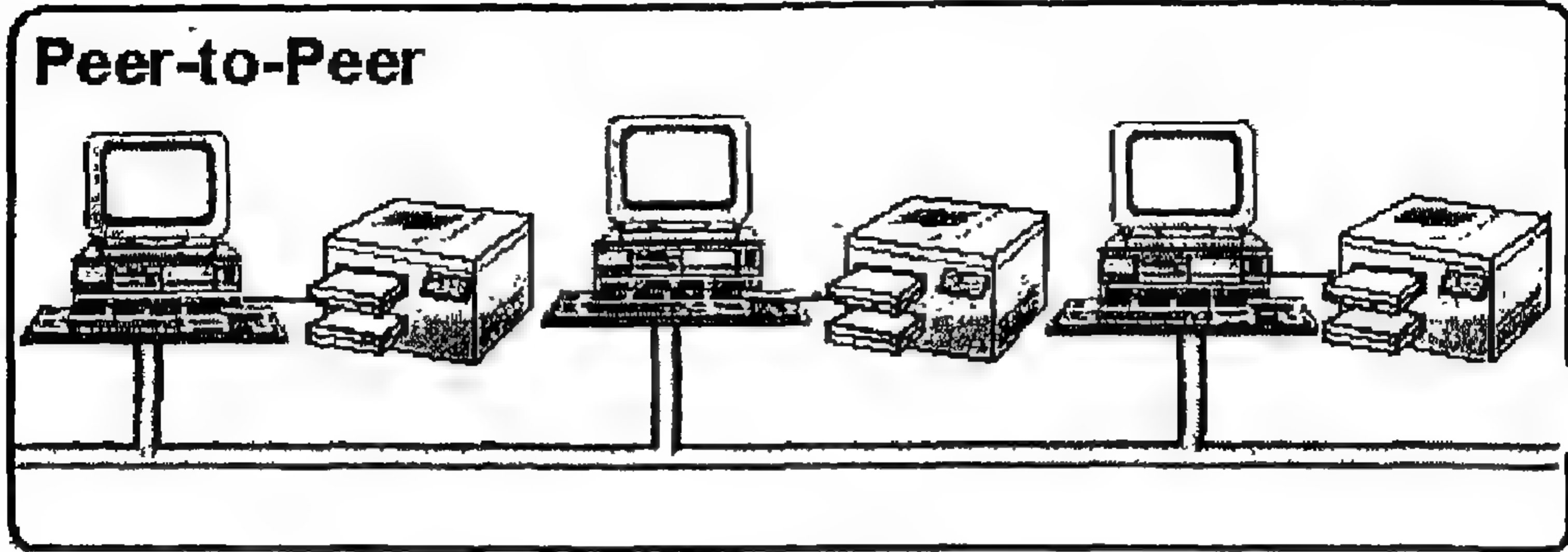
(b) شبكة الخادم/الزبون

Server-based (Server- Client or Primary-Secondary) network

(c) الشبكات المختلطة Combined Network

(a) شبكة النظير (النذ) للنظير (النذ) Peer-to-Peer network

الشكل رقم 20 يوضح شبكة peer-to-peer network



شكل 20: شبكة peer-to-peer network

في شبكة peer-to-peer يحدد كل كمبيوتر ما هي البيانات الموجودة عليه والتي سيتم تقاسمها على الشبكة. يمكن أن يستخدم المستخدمون في كل محيط عمل الطابعات والملفات المشتركة على الكومبيوترات الخاصة بالآخرين. طوبوغرافيا Mesh and Ring أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات peer-to-peer تعتبر شبكات peer-to-peer مناسبة في الحالات التالية: (1) أن يكون عدد الأجهزة في الشبكة لا يتجاوز 10 أجهزة تقريبا. (2) أن يكون المستخدمون المفترضون لهذه الشبكة متواجدين في نفس المكان الذي توجد فيه الشبكة. (3) عدم وجود خطط لتنمية الشبكة وتطويرها في المستقبل القريب.

مميزات شبكة peer-to-peer :

من أهم مميزات شبكة peer-to-peer: (1) تعتبر تكلفتها قليلة بالمقارنة مع غيرها من شبكات الحاسب الأخرى. (2) لا تحتاج إلى أجهزة قوية لأن مهام إدارة موارد الشبكة موزعة على أجهزة الشبكة وليست موكلة على جهاز معين. (3) سهولة تثبيت الشبكة

وإعدادها، فكل ما تحتاجه هو نظام تشبيك بسيط من أسلاك موصولة إلى بطاقات الشبكة في كل جهاز من أجهزة الشبكة.

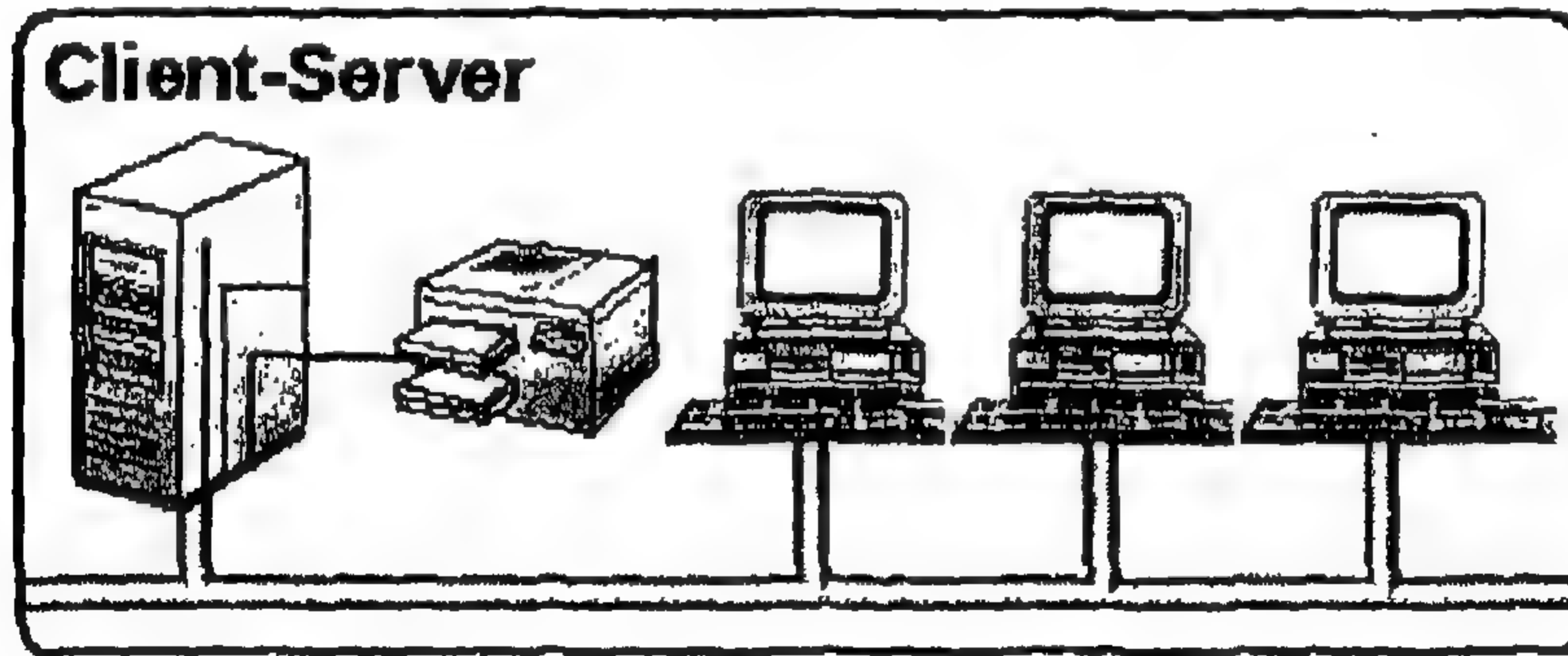
عيوب شبكة peer-to-peer :

من أهم عيوب شبكة peer-to-peer أنها غير مناسبة للشبكات الكبيرة، فمع نمو الشبكة وزيادة عدد المستخدمين يكون التحكم في إدارة الشبكة غاية في الصعوبة وبالتالي يكون هناك إهدار في الوقت والجهد وتقلد كفاءتها. كما أنه إذا زاد عدد المستخدمين في الشبكة يصبح الحفاظ على أمن الشبكة أمراً في غاية الصعوبة، ومع زيادة عدد الأجهزة على الشبكة يصبح إيجاد البيانات والاستفادة من موارد الشبكة أمراً مزعجاً لكل مستخدم في الشبكة.

(b) شبكة الخادم/الزبون

Server-based (Server- Client or Primary-Secondary) network

الشكل رقم 21 يوضح شبكة Server-based network



شكل 21: شبكة Server-based network

تعتمد شبكة server-based network على وجود جهاز مركزي (server) ذو سعة تخزينية فائقة وسرعة معالجة للبيانات عالية جداً حيث يحتوي هذا server على جميع موارد الشبكة (resources) والتي يتم تداولها بواسطة عدد من المستخدمين Clients

في هذا النوع من الشبكات

يوجد جهاز واحد فقط يتحكم في المرور وباقي الأجهزة يجب أن ترسل خلاله. طوبوغرافيا Star and Tree أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات server-based. طوبوغرافيا Bus مناسب بالتساوي لشبكات server-based and peer-to-peer

مميزات شبكة Server-based

من أهم مميزات شبكة server-based (1) إمكانية النسخ الاحتياطي للبيانات وفق جدول زمني محدد. (2) حماية البيانات من فقدان أو التلف. (3) تدعم هذه الشبكة آلاف من المستخدمين. (4) تزيل الحاجة لجعل أجهزة client قوية، وبالتالي من الممكن أن تكون الأجهزة رخيصة و بمواصفات متواضعة. (5) تكون موارد الشبكة متمركزة في جهاز واحد (server) مما يجعل الوصول للمعلومة أو المورد المطلوب أسهل بكثير فيما لو كان موزعا على عدة أجهزة، كما تسهل عملية إدارة البيانات و التحكم بها بشكل أفضل.

عيوب شبكة Server-based

من أهم عيوب شبكة server-based (1) إذا حدث عطل في Server فان ذلك يؤدي حتما إلى توقف تبادل البيانات على الشبكة و بالتالي إلى توقف الشبكة عن العمل.

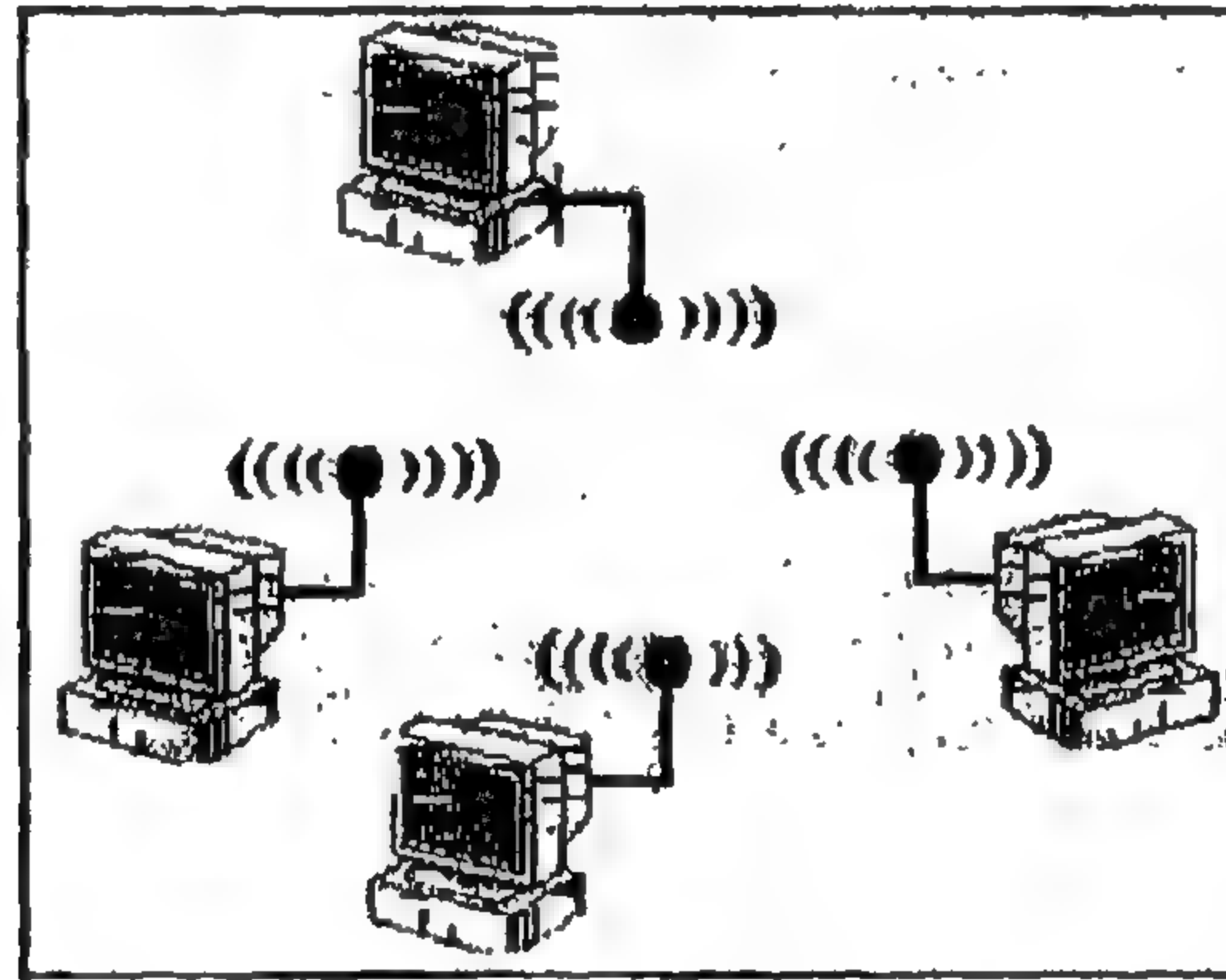
(c) الشبكات المختلطة Combined Network

هي الشبكات الناتجة عن دمج شبكتي (peer-to-peer and server-to client). من أهم خصائصها التالي: (1) يعمل المستخدمون على مشروع مشترك بينهم. (2) تؤمن التحكم و الإدارة المركزية للبيانات. (3) تؤمن الموقع المركزي لموارد الشبكة. (5) توزيع نشاطات المعالجة على أجهزة الشبكة وبالتالي ستكون الشبكة قائمة على مزود واحد ولكنها قادرة على القيام بمهام شبكات الند للند عند الضرورة.

6.6 شبكات النقل اللاسلكي Wireless Transport Network

أتاح التقدم التقني في الاتصالات اللاسلكية إمكانية استخدام تقنية الانتشار الموجي في العديد من شبكات النقل التي تقوم بنقل الإشارة لاسلكياً ومعالجتها داخل الشبكة بين المرسل والمستقبل. شبكات النقل اللاسلكي تستخدم وسائط ربط لاسلكي حيث يتم انتقال البيانات في صورة موجات كهرومغناطيسية يتم بثها في الفراغ بواسطة هوائيات الإرسال (Antennas).

الشكل رقم 22 يوضح شبكة نقل لاسلكي يتم ربط الأجهزة خلالها لاسلكياً وبصورة مباشرة. الشكل رقم 23 يوضح شبكة نقل لاسلكي من خلال ربط الشبكات لاسلكياً حيث يوجد ثلاث شبكات LAN سلكية يتم ربطهم لاسلكياً من خلال وسائط النقل اللاسلكي.

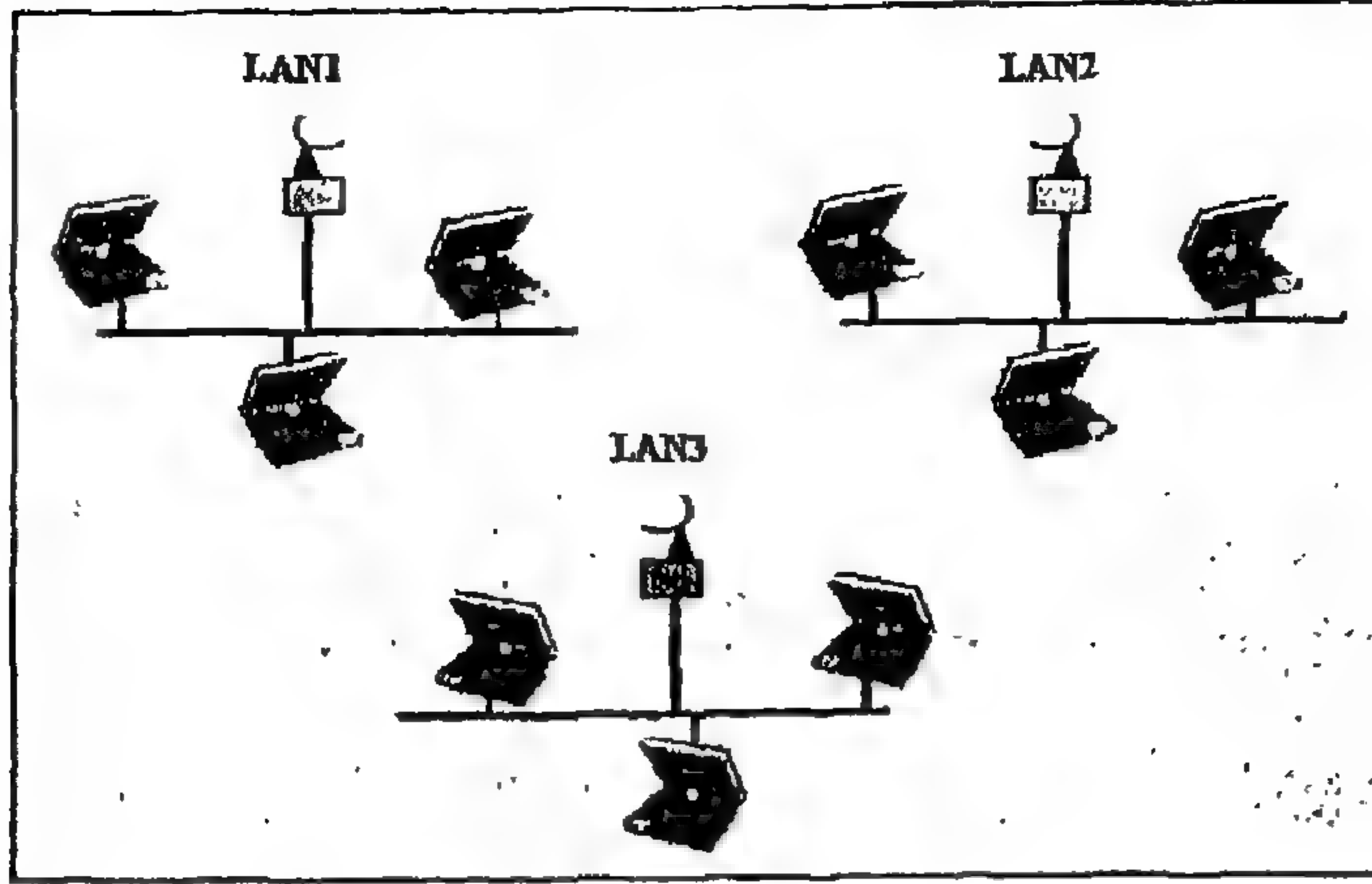


شكل 22: شبكة نقل لاسلكي يتم ربط الأجهزة خلالها لاسلكياً وبصورة مباشرة

مزايا شبكات النقل اللاسلكي

من أهم مزايا شبكات النقل اللاسلكي التالي: (1) المرونة وحرية الحركة للأجهزة داخل الشبكة وبالتالي يتم التغلب على عوائق المباني والأماكن المزدحمة. (2) إمكانية توسيع ومد الشبكة إلى مسافات بعيدة من خلال استخدام أجهزة التكبير والإعادة

(Amplifiers and repeaters) . 3 عدم تغيير البنية التحتية للأماكن والمباني التي لا تقبل تغيير بنيتها التحتية كالمباني الأثرية والتاريخية والقديمة



شكل 23: شبكة نقل لاسلكي من خلال ربط الشبكات لاسلكيا حيث يوجد ثلاث شبكات LAN سلكية يتم ربطهم لاسلكيا من خلال وسائط النقل اللاسلكي

عيوب شبكات النقل اللاسلكي

من أهم عيوب شبكات النقل اللاسلكي التالي: (1) تحتاج إلى مكبرات لتوسيع نطاق عمل الشبكة. (2) سرعة نقل البيانات أقل من شبكات النقل السلكي. (3) ضعف الأمن وسهولة الاختراق والتداخل.

أنواع شبكات النقل اللاسلكي:

من أهم أنواع شبكات النقل اللاسلكي ما يلي: (1) شبكة البث الراديو. (2) شبكة الأقمار الصناعية. (3) شبكة الميكروويف الأرضية. (4) شبكة النقل الخلوي

لم

6.7 شبكات السن الأزرق Blue Tooth Networks

في نهاية التسعينات أنتجت شركة أريكسون تقنية السن الأزرق Blue Tooth حيث تقوم هذه التقنية أساسا على مفهوم نقل المعلومات لاسلكيا. شبكات Blue Tooth

تستخدم وسيلة الاتصال اللاسلكي من خلال موجات الراديو في ربط الأجهزة بدلا من استخدام الكابلات أو الأسلاك.

تعتمد تقنية السن الأزرق على وجود شريحة إلكترونية يتم تثبيتها في الحاسب الشخصي أو الهاتف المحمول أو أي جهاز اتصال حيث تعمل هذه الشريحة على تحويل البيانات إلى إشارات يتم نقلها بواسطة موجة راديو Radio wave عبر الأثير حيث يتم استقبالها في الجهاز المستقبل من خلال شريحة أخرى مخصصة لاستقبال موجات الراديو وتحويلها إلى بيانات ثم استقبالها من خلال الجهاز المثبتة به

يمكن استخدام هذه التقنية في الاتصال بين الأشخاص من خلال الهاتف المحمول أو أجهزة الحاسب المحمولة أو إرسال الصور والمستندات إلى أجهزة أخرى في مكان آخر حيث تحقق هذه التقنية مسافات اتصال قد تصل إلى مئات الأمتار. تعتمد مسافات التغطية في شبكات السن الأزرق على قوة الإرسال وحساسية أجهزة الاستقبال. تعتمد قوة الإرسال على قدرة الإشارة الكهرومغناطيسية المرسلية بالإضافة إلى معامل التكبير للهوائي المستخدم.

يوجد نوعين من الاتصالات تستخدم تقنية السن الأزرق. النوع الأول يوفر الاتصال بين جهازين على الرابط يكون أحدهما المرسل والآخر مستقبل (point-to-point configuration). النوع الثاني يوفر الاتصال بين جهاز وعدة أجهزة أخرى مرتبطة لاسلكيا في قناة اتصال واحدة لتكوين شبكة واحدة تسمى piconet حيث يوجد وحدة سن أزرق واحدة وعدة وحدات فرعية قد تصل إلى عشرة وحدات. يمكن ربط عدة شبكات piconet ببعضها لتكوين شبكة scatternet

تعمل حاليا العديد من الأجهزة بتقنية السن الأزرق مثل أجهزة الحواسيب الخاصة وأجهزة الحواسيب المحمولة وأجهزة الهاتف المحمول والكاميرات الرقمية ولوحات المفاتيح اللاسلكية والفأرة اللاسلكية والطابعات.

حديثا ظهرت أجهزة طبية تستخدم تقنية السن الأزرق في تشخيص الأمراض وعلاجها دون التدخلات الجراحية

6.8 الإنترنت والاكسترنات INTRANET AND EXTRANET

تعتبر شبكات الإنترنت والاكسترنات من الشبكات الخاصة التي تستخدم في الاتصالات

6.8.1 شبكة الإنترنت The Intranet Network

الإنترنت هي شبكة خاصة تستخدم برمجيات الإنترنت لتوصيل نقاط محددة أو أشخاص داخل المؤسسة الواحدة وتستخدم في كثير من المؤسسات كالمدارس والشركات والمستشفيات

نشأت الإنترنت في 1996 كنتاج طبيعي للتطور الهائل الذي شهدته الإنترنت وتستخدم لغة HTML وبروتوكولات HTTP , TCP/IP تماما كما هو الحال في الإنترنت وتقدم خدمة تأمين الاتصال بين الأشخاص داخل المؤسسات

أهم استخدامات شبكة الإنترنت:

من أهم استخدامات شبكة الإنترنت ما يلي : (1) الإطلاع على الوثائق والتقارير داخل المؤسسة. (2) إرسال واستقبال البريد الشخصي والرسمي داخل المؤسسة. (3) معالجة البيانات والمعلومات بشكل جماعي أو ثنائي. (4) جدولة المواعيد والاجتماعات. (5) تقليل حجم الأعمال الورقية داخل المؤسسة

عند تصميم شبكة الإنترنت يجب مراعاة العوامل التالية : (1) تكلفة الشبكة. (2) السرية والأمان. (3) استغلالها بالطاقة القصوى والعائد الاستثماري منها. (4) تدريب العاملين على الاستخدام الأمثل

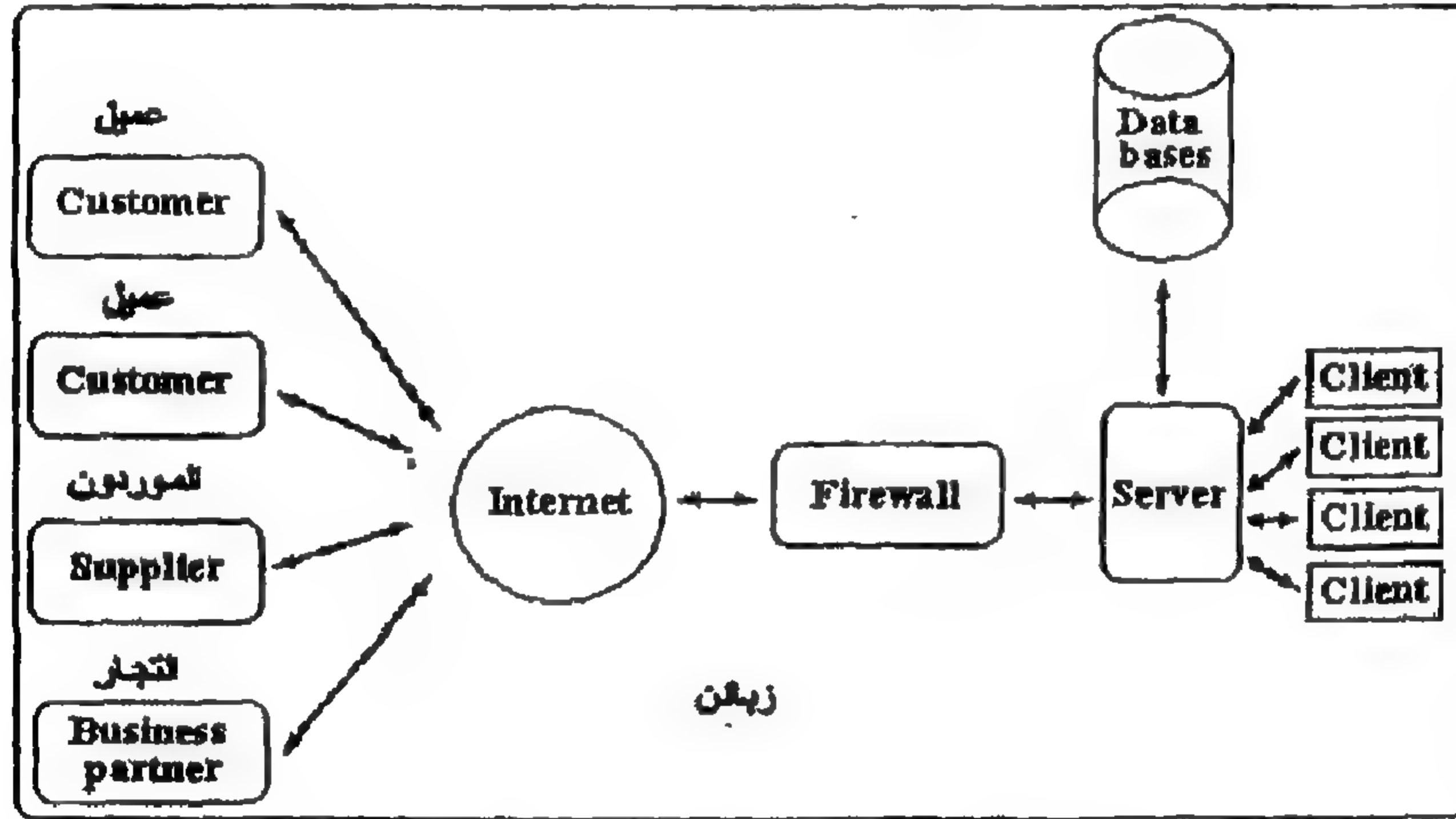
الجدار الناري Firewalls

الجدار الناري يستخدم كحاجز وقائي لشبكة المنظمة من انتهاكات مستخدمي الشبكة العالمية أو بمعنى آخر هو جهاز يعمل على حماية حدود شبكتك ويمنع أي شخص من

الخارج أن يدخل إليها وأيضا هذا الحاجز يحمي شبكتك من أي مستخدم لشبكة الكبيرة إن يصل إلى شبكتك الخاصة وذلك في الوقت الذي يكون بإمكان مستخدم شبكتك تصفح الإنترنت بحرية. الشكل رقم 24 يوضح مخططا عاما للجدار الناري

6.8.2 شبكة الإكسترنانت The Extranet

شبكة الإكسترنانت (Extranet) هي شبكة تستخدم لربط العملاء والزبائن والشركاء (جماعة مختارة) بالشبكة المحلية للمنظمة. تستخدم لعرض المنتجات والأسعار وخدمات الشحن والتوصيل. الشكل رقم 25 يوضح ارتباط شبكة extranet بشبكة Intranet من خلال الأجهزة المادية لربط الشبكات Routers

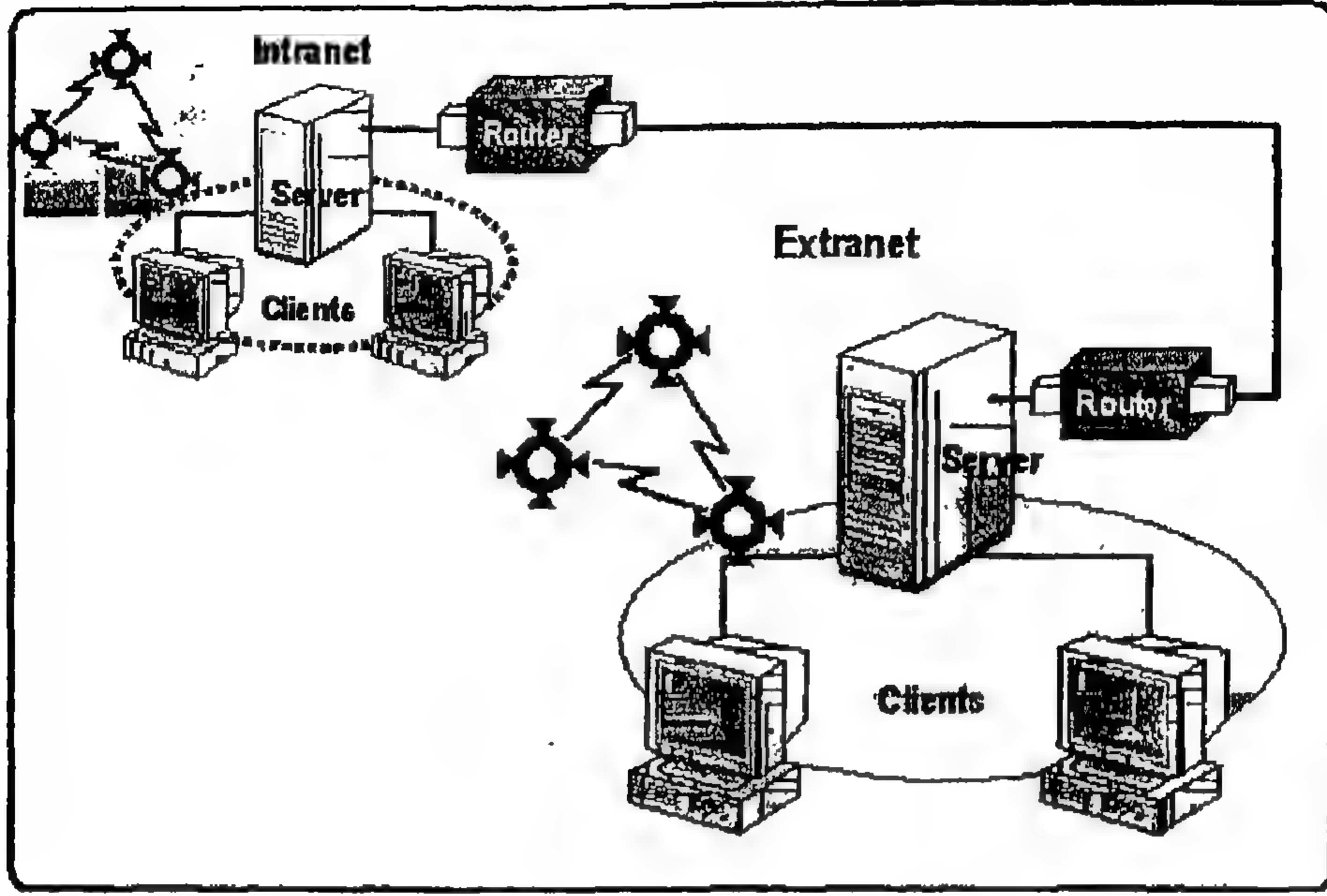


شكل 24 : مخطط عام للجدار الناري

تطبيقات شبكات الإنترنت والإكسترنانت

تستخدم شبكات الإنترنت والإكسترنانت في التطبيقات التالية : (1) انتقال التقارير الدورية (2) Regular Progress Reports (3) إنهاء المهام الوظيفية. (4) التعاون بين مجموعات العمل Group Collaboration. (5) الدخول إلى البيانات والكتيبات والاستعلامات Access to Manuals, Directories, Data. (6) تجديد الأوامر والتعليمات والتعميم Updates on Orders.

(7) فحص المنتجات الجديدة والكتالوجات , Check new Products, Catalogs, (8) دورات التدريب للأشخاص داخل المؤسسات Training



شكل 25: ارتباط شبكة extranet بشبكة Intranet
من خلال الأجهزة المادية لربط الشبكات Routers

6.9 الانترنت INTERNET

في الجزء التالي سنتناول بعض المفاهيم الخاصة بالانترنت

وسيلة الاتصال بالانترنت

الأجهزة التالية تستخدم للاتصال بالإنترنت: (1) الحاسب. (2) MODEM. (3) خط تليفون. (4) مزود خدمة الانترنت (Internet Service Provider- ISP): هي منظمة تجارية تتصل بالانترنت وتبيع لزملائها خدمة الاتصال المؤقت بالانترنت نظير مبلغ

معين

أساسيات تصميم الانترنت

لا يعتمد تصميم شبكة الانترنت على وجود حاسب مركزي أو محوري وإنما يستطيع أي حاسب مرتبط بالشبكة إرسال واستقبال بيانات. تتولى جمعية ISO وضع المواصفات القياسية لعمل الشبكة. لكي يستطيع كل حاسب الاتصال بحاسب آخر على شبكة الانترنت يتم تحديد عنوان لكل حاسب لكي يتم المراسلة عليه ويأخذ هذا العنوان شكلين مختلفين. الشكل الأول يناسب المستخدمين يتكون من حروف بينها فواصل. الشكل الثاني يناسب عمل الحاسب ويتكون من 4 أرقام (32 بايت)

يوضح المثال التالي عنوان بريد الكتروني على شبكة الانترنت :

User name@computer name.domain

said@sc.foe.edu.eg

مستخدم باسم said يعمل من خلال حاسب لقسم الحاسب الآلي (SC) في كلية الهندسة (foe) ولغرض تعليمي (edu) وذلك بمصر (eg)

يلاحظ أن لكل دولة كود خاص بها. لنوع وطبيعة الاستخدام يوجد كود خاص

.edu = للاستخدامات التعليمية	.net = شبكة الحاسب الإقليمية
.com = الاستخدامات التجارية	.org = هيئات ومنظمات عامة
.gov = الاستخدامات الحكومية	.int = هيئات دولية وعالمية
.mil = للاستخدامات العسكرية	

ahmedAli@kfu.edu.sa

host computer --- الجهاز المضيف: kfu

وظيفة الجهاز المضيف edu, com, or gov

: الدولة أو المنظمة : sa

تتكون الرسالة من جزأين:

- (1) الأول هو صلب الرسالة المراد إرسالها بواسطة المستخدم
 - (2) الثاني يحتوي على بيانات تضيفها البروتوكولات لأغراض التحكم في عمليات النقل والتأكد من سلامة نتائجها وهي تتسلخ من الرسالة في نهاية المطاف
- تقسم الرسالة أثناء انتقالها إلى حزم ولإرشاد هذه الحزم في رحلتها زودت شبكة الانترنت بأجهزة خاصة تسمى Router وهي تقوم باستقبال هذه الحزم ومعالجتها بهدف معرفة الوجهة التي تقصدها ثم تقوم بتوجيهها إلى أفضل المسارات المتاحة
 - قد تسلك الحزم للمختلفة لكثلة واحدة من البيانات مسارات مختلفة ولكنها تلتقي جميعها في الوجهة النهائية لرحلتها حيث تضمن بروتوكولات TCP/IP إعادة تجميعها بالتسلسل الصحيح عند الهدف (إذا حدث خطأ في نقل البيانات فإن TCP/IP له القدرة على اكتشافه وطلب تكرار إرسال الحزمة التي وقع فيها الخطأ

6.10 خدمات الانترنت INTERNET SERVICES

الخدمات الأساسية للانترنت

- (1) الاتصال : Communication
- (2) استرجاع المعلومات Information Retrieval

(1) الاتصال Communication

□ البريد الإلكتروني E-mail

تبادل الرسائل النصية والملفات بين مستخدمي الشبكة باستعمال العنوان الإلكتروني

□ **مجموعات الأخبار Usenet**

أمكانية للمستخدم من اختيار إحدى مجموعات الأخبار التي يود استخدامها ويمكن للمستخدم أن ينضم إلى مجموعة أو أكثر حسب الموضوع الذي يرغب في مناقشته مع الآخرين ويتم ذلك بواسطة البريد الإلكتروني مع الفارق لأنه لا يرسل إلى شخص واحد بل إلى مجموعة أشخاص. مثلاً يمكن لمستخدم ما أن يسأل عن أمر معين فإذا كان أحد المشتركين في المجموعة يعرف الإجابة فإنه يقوم بإرسالها للمجموعة لتعم الفائدة على الجميع

□ **الاتصال من بعد Telnet**

أمكانية الاتصال من بعد بأي حاسب مرتبط بشبكة الانترنت ويقوم المستخدم باستخدام الحاسب كما لو كان جالساً أمامه مباشرة مهما تباعدت المسافات ويشترط للاستفادة من هذه الخدمة أن يكون المشترك حق استخدام هذا الحاسب

□ **خدمات الترفيه والدرشة Chatting**

يوجد عبر الشبكة العديد من المواقع الخاصة بالأفلام والألعاب والموسيقى والأماكن السياحية ومواقع الألعاب الجماعية. كما يوجد مجموعات تبادل الرأي والمراسلة وذلك من خلال الحديث الفوري سواء بالكتابة أو الصوت والصورة. ومن البرامج التي تساعد على مثل هذه الحوارات (Talk, IRC, Iphone, Voctak,)

□ **محطة التحدث IRC**

تسمح هذه الخدمة بإجراء محادثات بين مستخدمي الانترنت في جميع أجزاء العالم ويتم ذلك عبر محطات للتخاطب كتابة أو تحدثاً. على سبيل المثال باستطاعة باحثين من جامعة القاهرة عقد اجتماع مع باحثين من جامعة أخرى وذلك للنقاش في الموضوعات العلمية والبحثية

(2) استرجاع المعلومات Information Retrieval

▣ تبادل الملفات FTP

تبادل الملفات بين حاسب وآخر خلال دقائق. على سبيل المثال يمكن نقل معلومات أو برامج تتعلق بموضوع معين بين جامعة القاهرة وجامعات أمريكية بسرعات مذهلة

▣ برنامج غوفر Gopher

تسمح هذه الخدمة في مسح الفهارس المتعلقة بالمعلومات المخزنة في الحاسبات التابعة لشبكة الانترنت. وبرنامج غوفر وسيلة لتنظيم المعلومات لمساعدة المستخدم في البحث بإعطائه قائمة خيارات هرمية التسلسل تقود إلى قائمة أخرى وفي النهاية تصل به إلى الملف الذي يريده

▣ الأرشفة Archives

تستخدم أداة الأرشفة للبحث عن برامج أو ملفات يرغب المستخدم بمعرفة مكان وجودها

▣ رابطة الشبكة العنكبوتية العالمية WWW

هي أكثر التقنيات إبداعاً وهو نظام متعدد الوسائل للنشر الإلكتروني داخل شبكة الانترنت يجهل من السهل على المستخدم أن يدخل إلى الآلاف من قواعد البيانات الدولية التي تتألف من نصوص وبيانات ورسوم بيانية ومزيج من الصوت والصورة (Multimedia) وبالتالي أصبحت شبكة الانترنت ليس فقط لإرسال الرسائل بل قضاء أوقات ملىة بالحركة والنشاط

تعريفات تتعلق ب WWW

http: Hypertext Transformation Protocol

هي أداة تستخدم لنقل الصفحات والرسائل على الشبكة

Home Page:

هي الصفحة الأولى التي تستقبل المستخدم عند دخوله على الموقع

Web Master

هو الشخص الذي يمثل الموقع والذي يمكن أن يمثل المنظمة في حالة الاتصال المباشر بالمنظمة

URL (Uniform Resource Locator)

هو عنوان الموقع على الانترنت ويكتب كالتالي: <http://www.yahoo.com>

6.11 متصفحات الانترنت INTERNET BROWSERS

هو برنامج بإمكانه استعراض معلومات معينة موجودة على الانترنت ويزود المتصفح بعنوان الموقع المطلوب ثم يقوم المتصفح بالبحث عن الموقع للإطلاع عليه

يوجد ثلاثة متصفحات للانترنت هي: (1) نتسكيب Netscape و (2) موزايك Mosaic و (3) إكسبلورر Explorer. سنكتفي هنا بشرح النوع الأول فقط

متصفح نتسكيب Netscape

يحتوي على تقنيات يمكن من خلاله الدخول على الانترنت ويمكن من خلاله إرسال واستقبال الرسائل والأخبار والمعلومات. تستخدم عدة نظم للبحث عن المعلومات باستخدام برنامج Netscape من أهمها:

□ نظام أكسيت Excite

توفر شركة Architext Software هذا النظام ويشمل أداتين للبحث: الأولى هي Net Search والتي تتيح المجال للبحث عن مواقع معينة في الشبكة أو البحث في المجموعات الإخبارية News groups لشبكة Usenet والثانية هي Net Reviews

والتي توفر مخطط هرمي لمحتويات الشبكات مفهومة حسب الموضوعات وتقرعاتها. يمكن الوصول إلى موقع Excite من خلال العنوان :

<http://www.excite.com>

□ **نظام أنفوسيك Infoseek**

يوفر هذا النظام الخدمة على شكلين أحدهما مجاني وتقدمه شبكة Usenet والآخر مدفوع الأجر. يمكن الوصول إلى موقع Infoseek من خلال العنوان :

<http://www.infoseek.com>

□ **نظام خدمة ياهو Yahoo**

هو أكثر الأنظمة استخداما لأنه يحتوي على آليات بحث متطورة حيث يحتوي على كلمات افتتاحية وفهرس منظم حسب المواضيع ويحتوي على دليل يصف المواقع الأكثر شيوعا عند المستخدمين. يمكن الوصول إلى موقع Yahoo من خلال العنوان :

<http://www.yahoo.com>

□ **نظام ليكوس Lycos**

يعد من أهم آليات البحث المتوفرة حيث يؤمن قاموس يحتوي على 8 ملايين كلمة . تشمل أهم الكلمات والمصطلحات في الشبكة. ويضم أيضا آليات للبحث عن النصوص والصور والصوت. يمكن الوصول إلى موقع Lycos من خلال العنوان :

<http://www.lycos.com>

□ **نظام خدمة فهرس السياحة Web Serves Tourist Directory**

يشمل تقنية متطورة لمتابعة المواقع العلمية والسياحية على خريطة العالم المعروضة على الشاشة وعنوان هذا النظام

<http://www.w3.org/hypertext/datasawrces/www/serves.html>

EXERCISES

- (1) ضع علامة ✓ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة
- يعرف الطوبوغرافيا الخطي بتوصيل أجهزة الاتصالات إلى رابط
 - Point-to-point configuration يكون هناك رابط أحادية بين جهازين والرابط إما أن يكون كابلات (Wired link) أو عبر الأثير (Microwave link)
 - Multi-point configuration يتقاسم أكثر من جهازين برابط واحد
 - الطوبولوجيا المنطقية : يصف كيفية توصيل العناصر المادية على الشبكة
 - الطوبولوجيا المادية : يصف طريقة سريان البيانات بين العناصر المادية
 - شبكة Bus هي شبكة Point-to-point configuration
 - شبكة Star هي شبكة Multipoint configuration
 - شبكة Tree هي شبكة Point-to-point configuration
 - شبكة Mesh هي شبكة Multipoint configuration
 - شبكة Ring هي شبكة Point-to-point configuration
 - يمكن ربط عدة Mesh لتكوين شبكة محلية أو إقليمية
 - LAN هي شبكة الاتصال التي تغطي منطقة صغيرة مثل مبنى أو مكتب
 - الموارد على الشبكة تكون مصادر مادية فقط
 - حجم LAN قد يُحدّد بقيود الترخيص على عدد المستخدمين لكل نسخة من البرامج، أو بقيود على العدد المستخدمين المرخصين لاستخدام نظام التشغيل
 - بشكل عام تستخدم شبكة LAN أنواع متعددة من أوساط النقل
 - الطوبوغرافيا الشائع الاستخدام في شبكات LAN هو STAR, BUS, and RING

- من خواص شبكة LAN هو إدارة الشبكة و ملكيتها لهيئة خاصة .
- WAN صُمِّمَت للامتداد على مدينة بالكامل
- يمكن توصيل عدد من شبكات MAN لتكوين شبكة LAN
- شبكة MAN تُملك تمامًا و تُشغَل بواسطة شركة خاصة، أو قد يكون خدماتها مزودة بشركة خاصة مثل شركة تليفون محلية
- الانترنت هو شبكة MAN
- تمكن شبكات WAN إرسال البيانات والصور والصوت والفيديو لمسافات بعيدة عبر مناطق جغرافية كبيرة التي قد تشمل بلدًا، أو حتى العالم بالكامل
- Server - based network يحدد كل كمبيوتر ما هي البيانات الموجودة عليه والتي سيتم تقاسمها على الشبكة
- طوبوغرافيا Mesh and Ring أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات peer-to-peer
- Peer-to-peer Networking يوجد جهاز واحد فقط يتحكم في المرور وباقي الأجهزة يجب أن ترسل خلاله
- Server هو جهاز حاسب يتميز لخاصية السرعة الفائقة للمعالجة فقط
- طوبوغرافيا Star and Tree أكثر الطوبوغرافيا ملائمة لشبكات server-based
- طوبوغرافيا Bus مناسب بالتساوي لشبكات server-based and peer-to-peer
- السبب الرئيسي لربط الشبكات هو: تقليل المسارات بين شبكة LAN واحدة بواسطة تقسيم LAN إلى أكثر من شبكة
- من أهم عيوب شبكة Peer-to-peer أنه تعطل الجهاز المزود يؤدي حتمًا إلى توقف تبادل البيانات على الشبكة و بالتالي إلى توقف الشبكة عن العمل.

(2) لدينا 8 أجهزة أحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز باستخدام الشبكات التالية

○ شبكة Mesh

○ شبكة Star

○ شبكة Ring

○ شبكة Bus

(3) لدينا 12 أجهزة 4 Hubs أحسب عدد الكابلات (الروابط) وعدد المخارج لكل جهاز باستخدام شبكة Tree

(4) اختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Bus	○ الحاسبات موصلة بجهاز مركزي يسمى هب (Hub) من خلال كابلات
Star	○ بواقع كابل لكل حاسب
Mesh	○ الحاسبات على الشبكة متصلة ببعضها (كل بالآخرين) بواسطة كابلات
Tree	○ استخدام أكثر من طوبوغرافيا
Ring	○ شكل مكرّر لطوبوغرافيا STAR لكن ليس كل جهاز متصل مباشرة
Hybrid	○ إلى المحور المركزي (Hub)
	○ الكومبيوترات متصلة بكابل مشترك
	○ كل جهاز متصل بالذي يليه والذي يسبقه بواسطة شكل خط (point-to-point)

(5) اختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
Bus	○ كل جهاز متصل ب HUB و إذا حدث عطل في HUB سقطت الشبكة بالكامل
Hybrid	○ ليس كل جهاز متصل مباشرة ب hub المركزي
Star	○ غالبية الأجهزة متصلة ب hub ثانوي و hub الثانوي متصل بالرئيسي
Ring	○ Hub المركزي دائما يكون فعال ويحتوي على repeater لتكبير الإشارة قبل إعادة إرسالها
Mesh	○ يسمح بأجهزة عديدة أن تتصل ب hub المركزي وبالتالي زيادة مسافات سريان الإشارات بين الأجهزة
Tree	○ تسمح بعزل الشبكة وتحديد الأسبقيات بين الأجهزة المختلفة
	○ هي شبكة متعددة للنقاط
	○ HUB يتحكم في المسارات داخل الشبكة
	○ الأجهزة تتصل بالكابل الخطي بواسطة كابلات إسقاط.
	○ لدى كل جهاز خط (point-to-point) فقط بالجهازين على جانبيه .
	○ لا يوجد نهايات طرفية
	○ الإشارة تسير حول loop وتمر بكل جهاز (الذي يقوم بإعادة إرسال الإشارة بعد تكبيرها) حتى تصل إلى المقر الأخير
	○ الإشارة تنتقل من جهاز معين إلى باقي الأجهزة خلال HUB
	○ يمكن استخدامها لتوصيل عدد من الشبكات المحلية (LAN)
	○ سهولة التركيب لأن كل جهاز يحتاج إلى رابط واحد وطرف دخل/خرج واحد
	○ يحتاج إلى عدد قليل من الكابلات سواء للإضافة أو الحذف

- إذا سقط رابط واحد لا تتأثر باقي الروابط
- كل الكومبيوترات في الشبكة متصلة بكابل واحد يعمل كعمود فقري
- لربط كل الأجهزة على الشبكة (خط مستقيم)
- حزمة من البيانات تُنقل إلى كل الأجهزة داخل الشبكة في نفس الوقت
- سهولة التركيب والتشبيك حيث أن كل جهاز يتصل فقط بالجهاز الذي قبله والذي بعده
- لإضافة أو حذف جهاز يستلزم فقط تحريك توصيلتان
- يستخدم خاصية Token Passing
- كل جهاز يتم توصيله إلى كل جميع الأجهزة الأخرى بكابل منفصل
- يعني المصطلح أن الرابطة تحمل المرور فقط بين الجهازين الواصلان
- بالرابط
- إذا فشل كبل واحد فإن المرور يتم عبر خط آخر والشبكة تستمر في العمل.
- الطرق متعددة عبر الشبكة
- كل رابط يمكن أن يحمل بياناته الخاصة
- الكابلات المطلوبة يمكن أن تكون أكثر من المساحة المتاحة
- الأجهزة متصلة ببعضها عبر HUB (المتحكم المركزي)
- المرور أحادي الاتجاه
- جهاز واحد فقط الذي يعمل في المرة الواحدة

الفصل السابع

مقدمة عن البروتوكولات

INTRODUCTION TO PROTOCOLES

(OSI and TCP/IP)

7.1 مقدمة

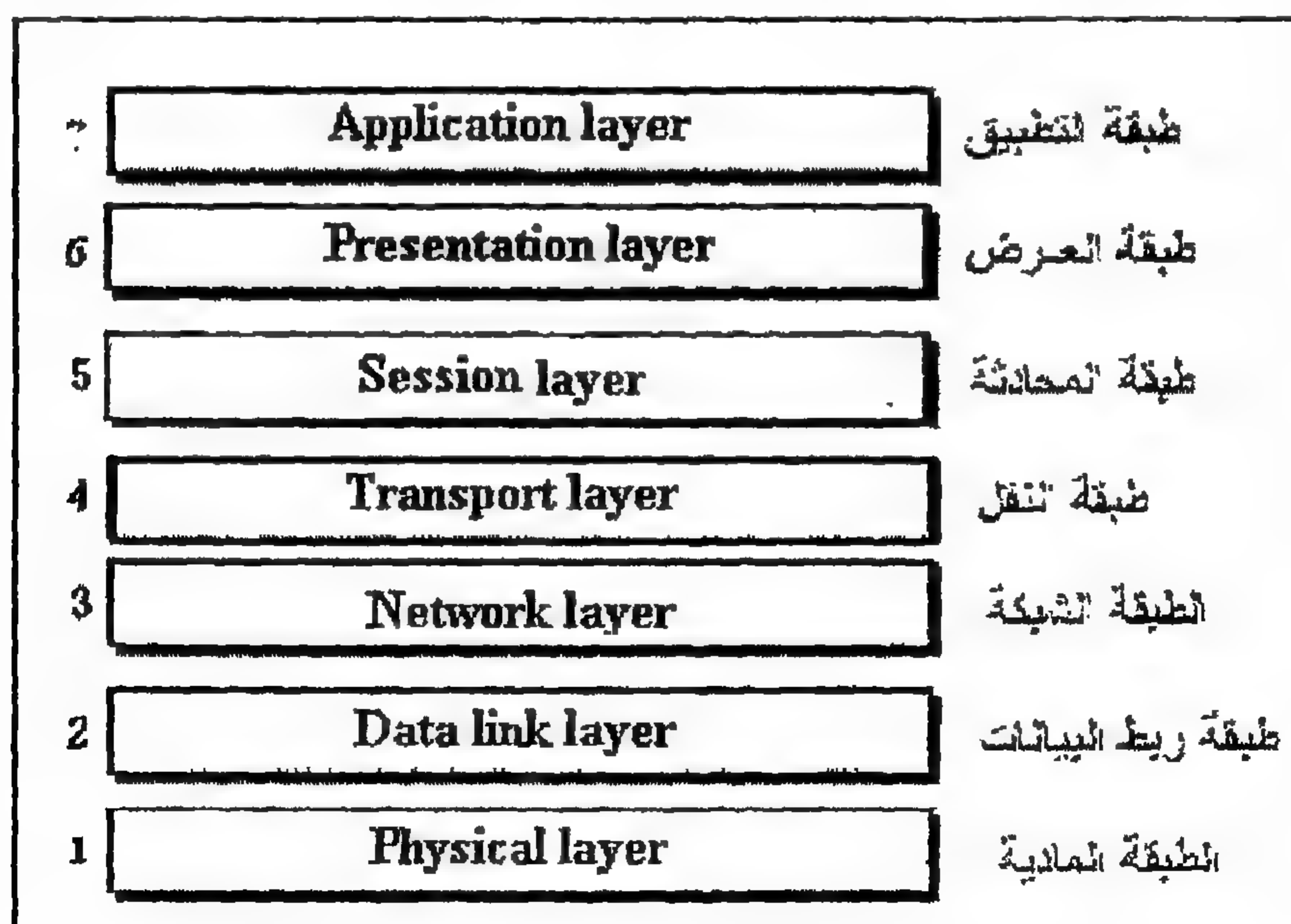
سنلقي نظرة الآن على المعايير التي يعمل عليها عتاد الشبكة عندما يعمل كل منهما على حده، أو بالاشتراك مع الآخر. يقوم مصنعو برامج وعتاد الشبكة بإتباع قواعد ودلائل عندما يقومون بتصميم منتجاتهم وأكثر هذه القواعد انتشاراً هي مجموعة من التوصيات مطورة من قبل المنظمة الدولية للمعايير (ISO) وتعرف هذه التوصيات باسم النموذج المرجعي لنظام الوصلات المفتوح (OSI).

ولقد تم بناء هذا النموذج من سبع طبقات وكل طبقة فيها مسئولة عن عمل ما تساعد على تحضير المعلومات من أجل الإرسال وتتفاعل كل طبقة مع الطبقات المجاورة لها إذ تعرض الطبقة خدماتها إلى الطبقة الموجودة التي تحتها وتطلب الخدمة من الطبقة التي أعلاها.

عمارة الشبكة

عند دراسة آلية عمل الشبكة يتم اعتبار الشبكة بأنها مجموعة من الطبقات (Layers) أو المستويات والتي تختص كل منها بمهام محددة. فعلى سبيل المثال هناك طبقة تتعلق بالتجهيزات المادية بالشبكات من معدات ووسائل اتصالات وأجهزة، وهناك طبقة تختص بنقل البيانات من مبدأ الشبكة إلى نهايتها والتأكد من سلامة البيانات، كما يوجد طبقة مسئولة عن متطلبات التطبيقات المستخدمة في أجهزة الشبكة نحو البريد الإلكتروني أو نقل الملفات، وهكذا.

بصورة عامة فإن طراز الوصلات المفتوح (Open system Interconnection/OSI) والذي سنتحدث عنه بالتفصيل في الأجزاء التالية يتكون من سبعة طبقات وكل طبقة تمثل مجموعة من الوظائف أو المهام التي تتم على الرسالة المراد إرسالها. الشكل رقم 1 يوضح طبقات طراز الوصلات المفتوح (OSI)



شكل 1 : طبقات طراز الوصلات المفتوح (OSI)

7.2 وظائف عملية الاتصال COMMUNICATION FUNCTIONS

قبل التحدث عن الوظائف التي تتم خلال طبقات OSI السبعة والتي تتم على الرسائل التي يراد إرسالها من المرسل إلى المستقبل سنتناول بعض المصطلحات المستخدمة في هذه الوظائف وسنخصص بالذكر entity and system

Entity:

هو مصطلح يطلق على البرامج التطبيقية وحزم نقل الملفات و نظم إدارة قواعد البيانات والتسهيلات الخاصة بالبريد الإلكتروني.

System:

هو الجهاز المادي الذي يحتوي على entity واحد أو أكثر مثل جهاز الحاسب أو النهايات الطرفية أو أجهزة الاستشعار من بعد لإرسال بيانات من جهاز إلى جهاز آخر داخل الشبكة الواحدة أو خلال أجهزة داخل عدة شبكات يوجد بعض العمليات الأساسية. نخص بالذكر منها :

(1) عملية التقسيم والتجميع Segmentation and reassembly

(2) التغليف (التهيئة) Encapsulation

(3) التحكم في الربط Connection control

(4) ترتيب الوصول Ordered delivery

(5) التحكم في التدفق Flow control

(6) التحكم في الأخطاء Error control

(7) العنوان Addressing

(8) المزج Multiplexing

(9) خدمات الإرسال Transmission services

في الجزء التالي سنتناول شرحا مبسطا لهذه العمليات

7.2.1 عملية التقسيم والتجميع Segmentation and reassembly

(a) التقسيم Segmentation

في مستوى الطبقة التي تتعامل مع المستخدم مباشرة (application layer) يتم التعامل مع الرسائل (message) كوحدة واحدة وحيث أن الرسالة ربما تكون ذات حجم كبير يصعب التعامل معها بواسطة بعض البروتوكولات مما يستدعي تقسيمها إلى عدة أجزاء (blocks) ذات أحجام صغيرة. تسمى عملية تقسيم الرسالة إلى أجزاء بعملية segmentation. سنفهم إلى كل block من البيانات (Block of data) باسم Protocol Data Unit (PDU)

أسباب تقسيم الرسالة Reasons for segmentation

(1) بعض شبكات الاتصالات تتعامل مع blocks أحجامها صغيرة مثل شبكات ATM و Ethernet

(2) عملية التحكم في الأخطاء تكون أكثر كفاءة عندما يكون حجم PDU صغيراً
(3) بعض أجهزة الاستقبال (Receivers) يكون لديها وحدات تخزين (Buffers) ذات سعات محدودة وبالتالي تحتاج إلى استقبال PDU صغيرة الحجم

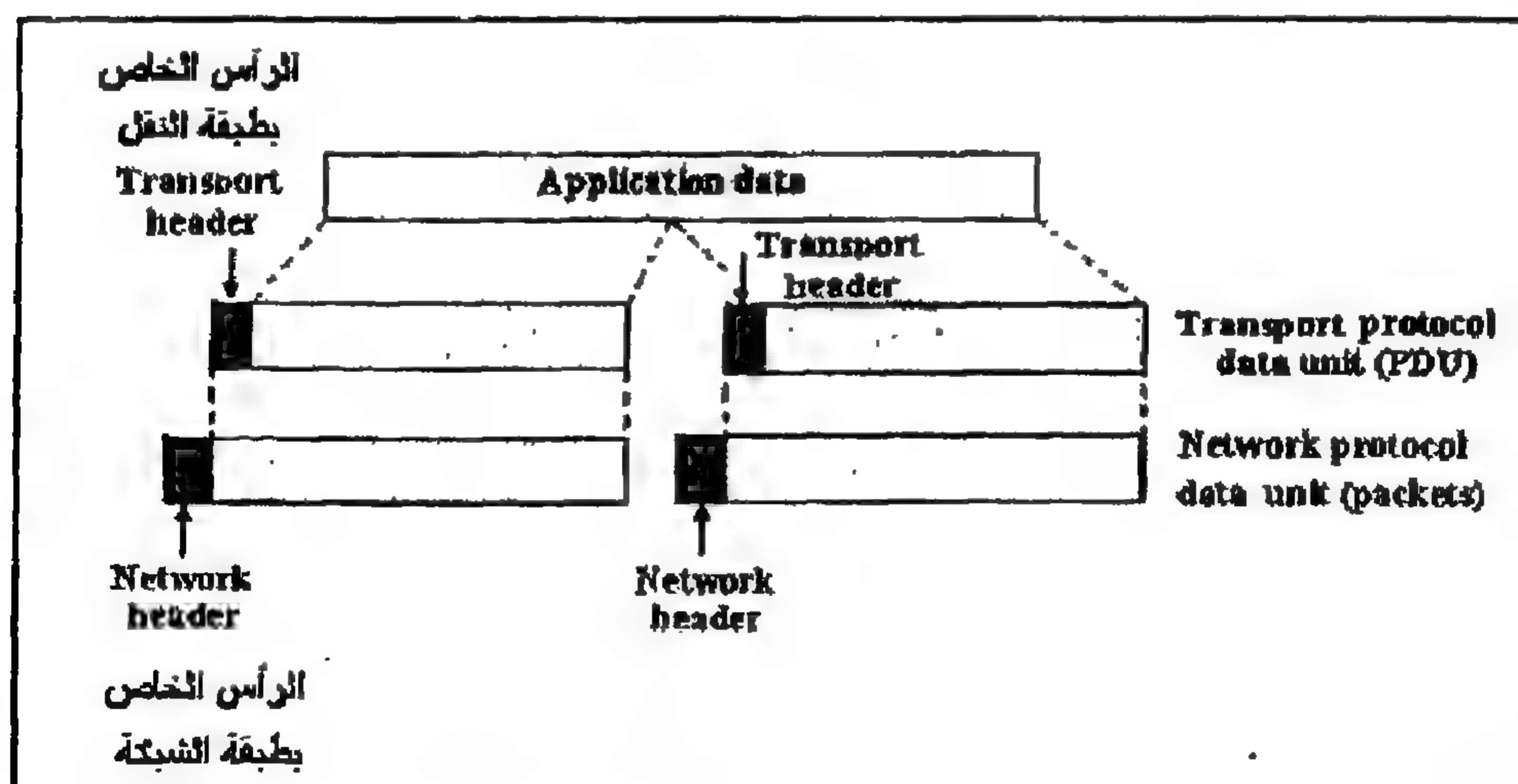
عيوب تقسيم الرسالة Disadvantages of segmentation

(1) يتم إضافة معلومات تحكم (control information) إلى كل PDU وبالتالي إذا صغر PDU زاد عدد معلومات التحكم Percentage overhead
(2) عادة يحدث توقف (interrupt) مع كل PDU وبالتالي كلما زاد عدد PDU زاد عدد interrupt والذي يؤدي بدوره إلى زيادة فترة إرسال الرسالة
(3) زيادة عدد PDU يؤدي إلى زيادة زمن المعالجة
جميع العوامل السابقة يجب أن تؤخذ في الاعتبار بواسطة مصممي البروتوكولات وذلك لتحديد أقل وأكبر حجم لكل PDU

(b) التجميع Reassembly

التجميع Reassembly هي عملية عكسية لعملية segmentation حيث يتم تجميع PDU لتكوين الرسالة الأصلية.

Message تكون ملائمة لمستوى التطبيقات (Application level) أو طبقة التطبيقات (application layer) أي أنه يتم التعامل مع message كوحدة واحدة في application layer فقط أما باقي الطبقات تتعامل مع PDU. الشكل رقم 2 يوضح عملية تقسيم الرسالة إلى عدد من blocks تسمى PDU حيث أن كل blocks يحتوي على أجزاء من بيانات الرسالة بالإضافة إلى header يضاف بواسطة طبقة النقل (transport layer) يسمى transport header و header آخر يضاف بواسطة طبقة الشبكة (network layer) يسمى network header. هذه headers تستخدم للتحكم في سريان blocks داخل الشبكات



شكل 2: عملية تقسيم الرسالة إلى عدد من blocks يسمى PDU

7.2.2 التغليف (التهيئة) Encapsulation

كل PDU تحتوي ليس فقط على البيانات (data) المراد إرسالها ولكن تحتوي أيضا على معلومات تحكم (control information) وهناك أيضا PDU تحتوي على معلومات تحكم بدون بيانات . إضافة معلومات تحكم إلى البيانات تسمى بعملية encapsulation. معلومات التحكم تصنف إلى ثلاث أصناف

a) Address

هو عنوان المرسل (sender) و (أو) عنوان المستقبل (destination)

b) Error-detection code

يضاف معلومات تحكم إلى البيانات للمساعدة في عملية كشف الأخطاء

c) Protocol control

يضاف معلومات تحكم إلى البيانات لتنفيذ وظائف البروتوكول المستخدم

تتحول message بعد تقسيمها إلى أجزاء (block) وإضافة معلومات التحكم إلى كل block إلى PDU والذي يحتوي على البيانات المقسمة بالإضافة إلى معلومات التحكم

7.2.3 التحكم في الربط Connection Control

عملية توصيل PDU من entity إلى entity تتم خلال أربعة مراحل

(1) التحقق من إمكانية التوصيل Connection establishment

(2) نقل البيانات Data transfer

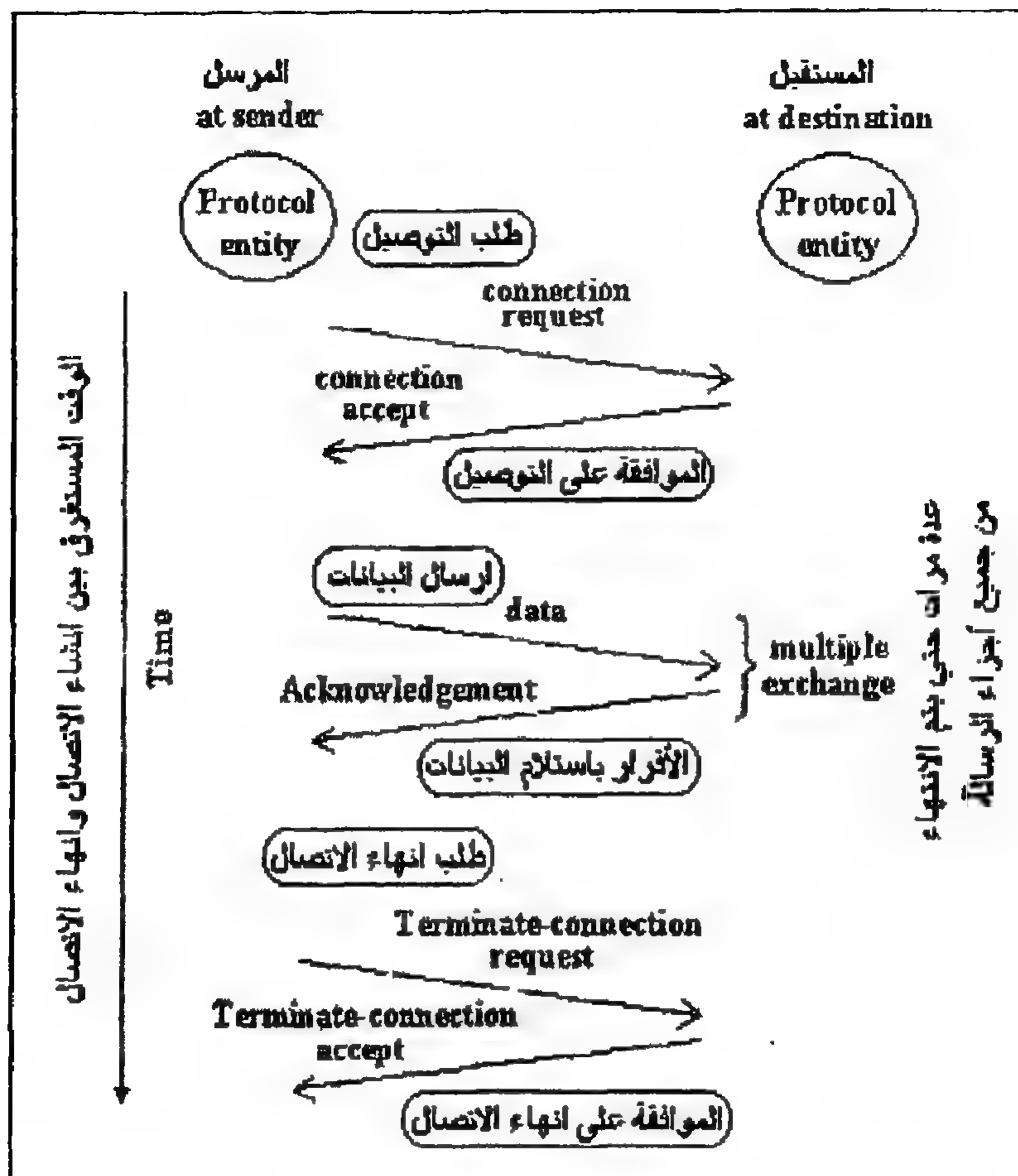
(3) إقرار الاستلام

(4) إنهاء التوصيل connection termination

الشكل رقم 3 يوضح مخططا لبيان مراحل التحكم في توصيل PDU من

entity إلى entity

يوجد مرحلة أخرى تتم قبل إنهاء التوصيل وهي مرحلة قطع الاتصال وإعادة الإرسال Connection interrupt and recovery phases وتتم هذه المرحلة عند اكتشاف حدوث أخطاء



شكل 3: مخططاً لبيان مراحل التحكم في توصيل PDU من entity إلى entity

7.2.4 ترتيب الوصول Ordered delivery

يمكن أن تتعدد المسارات لمجموعة PDUs والتي تنتمي إلى الرسالة المراد إرسالها لذا يجب أن يكون هناك بروتوكول للتأكد من صحة ترتيب وصول PDU إلى الوجهة النهائية (destination)

تتم هذه العملية من خلال إضافة مجال (field) إلى PDU يحتوي على رقم وحيد لكل PDU وهذه الأرقام تكون متتالية بشرط أن يكون حجم المجال المخصص لهذه الأرقام داخل PDU أكبر من عدد PDU المحتمل إرسالها حتى لا يحدث تكرار للأرقام (duplication)

7.2.5 التحكم في التدفق Flow control

التحكم في تدفق البيانات هي إحدى الوظائف التي تتم خلال أجهزة الاستقبال وذلك للحد من كمية أو معدل البيانات المرسلّة بواسطة جهاز الإرسال هناك أسلوبان لعملية التحكم في التدفق:

- الأسلوب الأول هو أسلوب stop-and-wait حيث أن المرسل يستقبل إقرار (acknowledgment) عن PDU المرسلّة قبل إرسال PDU أخرى
- الأسلوب الثاني هو Sliding window حيث يتحكم جهاز الإرسال في كمية البيانات التي يمكن إرسالها بدون استقبال إقرار (acknowledgment)

7.2.6 التحكم في الأخطاء Error control

تستخدم تقنية التحكم في الأخطاء ضد فقد أو وجود خطأ في البيانات ومعلومات التحكم المرسلّة. يوجد تقنيات متعددة تستخدم لكشف الأخطاء. فإذا تم اكتشاف وجود خطأ في البيانات (PDU) فسيقوم المستقبل بإرسال إقرار سلبي (negative acknowledgment) للمرسل وذلك لإعادة إرسال البيانات (PDU) مرة أخرى وإذا لم يستلم المرسل إقرار (acknowledgment) خلال فترة زمنية محددة مسبقاً مما يعني فقد البيانات (PDU) أو فقد الإقرار وفي هذه الحالة سيقوم المرسل بإرسال البيانات (PDU) مرة أخرى

7.2.7 العنونة Addressing

مفهوم addressing من المفاهيم المعقدة حيث أنه يغطي مجموعة من الإصدارات (issues). يوجد إصداران نحن بصدد مناقشتها وهما: Addressing level and

Addressing mode

a) Addressing level

يوجد عنوان وحيد لمصاحب لكل end system (host or terminal) وأيضا لكل نظام بيني (intermediate system) مثل routers. هذا العنوان يكون في مستوى الشبكة (network-level address) ويرمز له بالآتي :-

○ IP address أو بصورة أخرى مبسطة an internet address في حالة

TCP/IP architecture

○ Network Service Access Point (NSAP) في حالة OSI architecture

Network-level address يستخدم في تسيير PDU (PDU routing) خلال الشبكة أو الشبكات حتى الوصول system المشار إليه بواسطة network-level address والموجود في PDU. IP address أو NSAP يعتبر عنوان عام (global address) ووحيد حيث أنه يعرف unique system وبالتالي فإن internet يمكن أن تسيير (route) البيانات من أي نظام متصل بشبكة معينة إلى نظام آخر متصل بشبكة أخرى. بمجرد وصول البيانات إلى destination system فإنه يتم التسيير (routing) إلى بعض العمليات (processes) أو التطبيقات (applications) والتي ربما تدعم أكثر من مستخدم. عادة system يدعم عدة تطبيقات والتطبيق الواحد ربما يدعم أكثر من مستخدم (concurrent users). كل تطبيق وربما كل مستخدم (concurrent user) لهذا التطبيق يوظف له (a unique identifier) يرمز له بـ

▪ Port في حالة TCP/IP architecture

▪ Service Access Point (SAP) في حالة OSI architecture

على سبيل المثال : Host system ربما يدعم كل من electronic mail application and file transfer application وفي هذا الحالة فان كل تطبيق يجب أن يكون له Port number في حالة TCP/IP architecture أو SAP في حالة OSI architecture والذي يجب أن يكون وحيد في هذا system. الأكثر من ذلك ربما يكون file transfer application يدعم أكثر من (simultaneous transfer) وفي هذه الحالة فان كل transfer يجب أن يوظف له port number أو SAP وحيد. Port أو SAP يكون وحيدا داخل نظام معين ولكن ليس بالضرورة أن يكون وحيد و عام (globally unique) لكل الأنظمة داخل الشبكة. الجدول رقم 1 يوضح Addressing table

مثال: 1

العنوان A.1 يرمز إلى التطبيق رقم 1 داخل النظام A

العنوان B.1 يرمز إلى التطبيق رقم 1 داخل النظام B

حيث أن A and B يعتبران global unique network address والرقم 1 يعتبر system-level address

b) Addressing mode

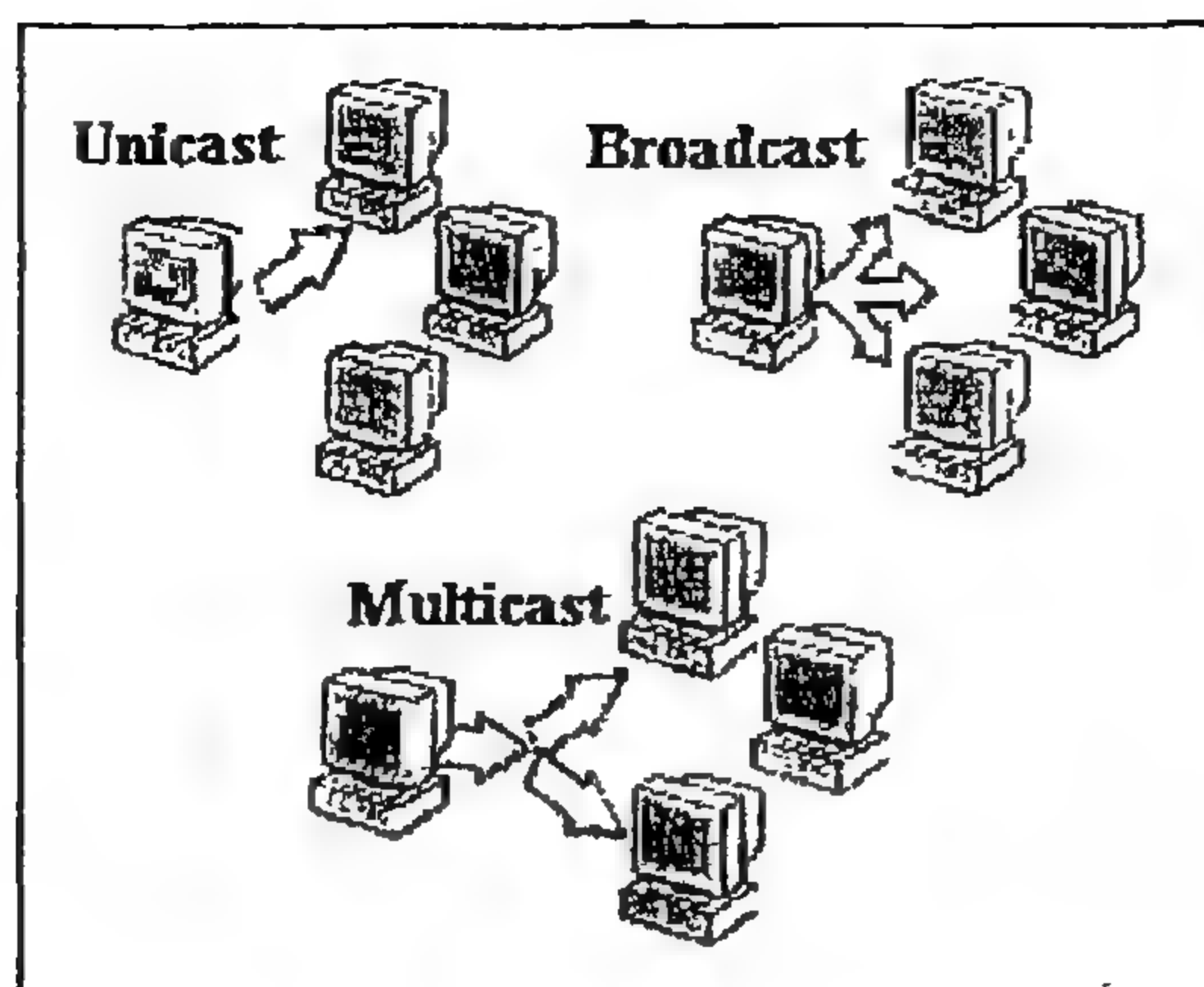
من الشائع أن يشير العنوان إلى system وحيد أو إلى port (entity) وحيد. في هذه الحالة يمكن الإشارة إلى هذا العنوان ب individual or unicast address .

من الممكن أن يشير العنوان إلى أكثر من port or entity. في هذه الحالة فان العنوان يحدد مجموعة متوازية من نقاط الاستقبال وعلى سبيل المثال إذا أراد مدير إحدى الشركات إرسال تعميم إلى عدد من الأفراد فان مركز التحكم في الشبكة يريد أن يبلغ جميع الأفراد بأن الشبكة سترسل لهم جميعا وفي نفس الوقت هذا التعميم . في هذه

الحالة يمكن الإشارة إلى هذا العنوان ب Broadcast address

من الممكن أيضا أن يكون العنوان موجه إلى مجموعة فرعية من entities. في هذه الحالة يمكن الإشارة إلى هذا العنوان ب Multicast address . الجدول رقم 2 يوضح

unicast, multicast and broadcast addressing mode الشكل رقم 4 يوضح
addressing modes



شكل 4 : unicast, multicast and broadcast addressing modes

جدول 1: Addressing table

Level	TCP/IP	OSI	Globality
عنوان في مستوى الشبكة Network-level address	IP	NSAP	عام وحيد خلال الانترنت لكل الأنظمة والشبكات Global unique over the internet for all systems and networks
عنوان في مستوى النظام System-level address	Port	SAP	عام وحيد خلال النظام فقط Global unique over the entire system only

جداول 2: Addressing mode

Destination	Network address	System address	Port/SAP address
Unicast	individual	individual	individual
Multicast	individual	individual	Group
	individual	All	Group
	All	All	Group
Broadcast	individual	individual	All
	individual	All	All
	All	All	All

7.3 نموذج التبادل (الوصلات) المفتوح

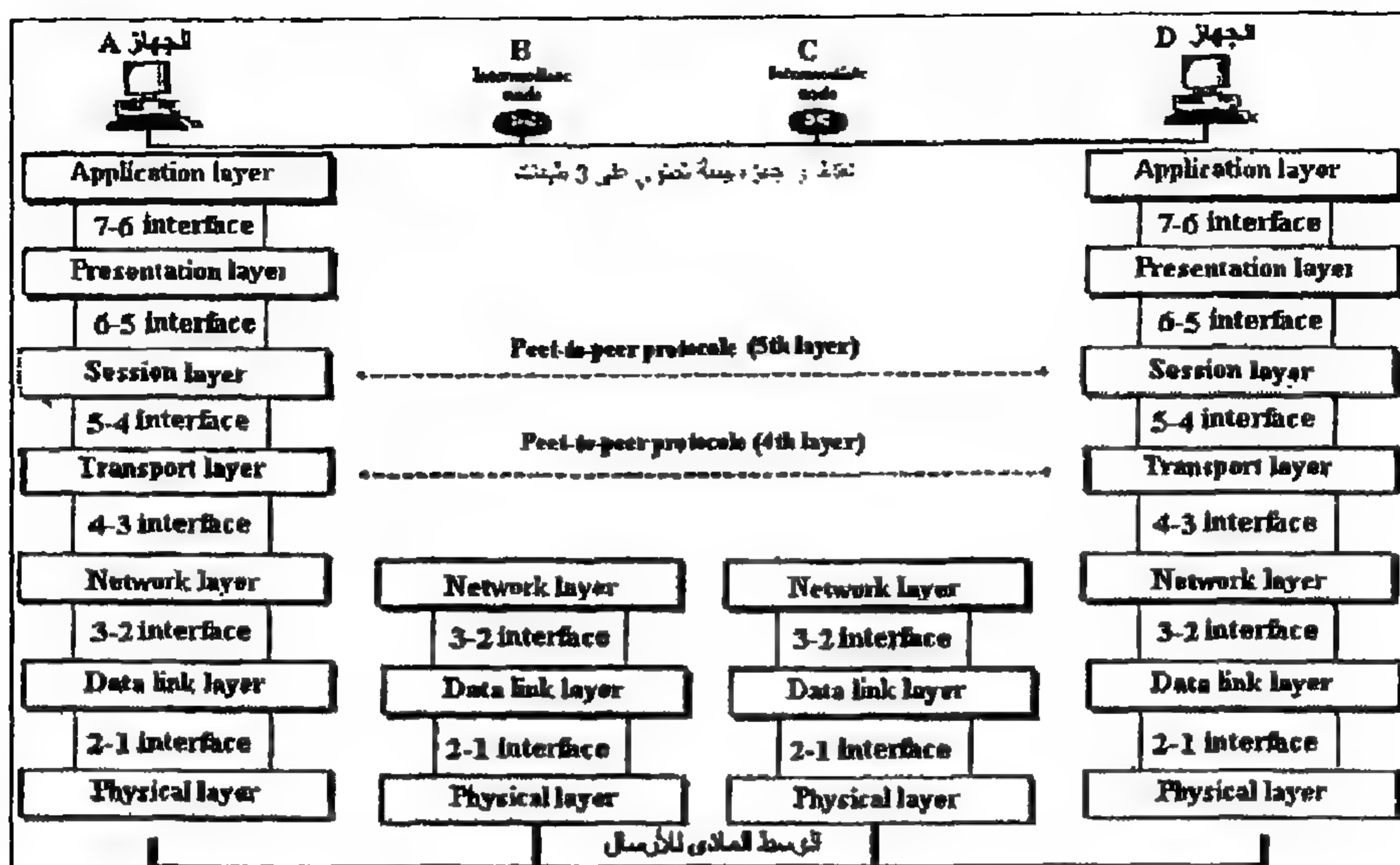
OSI MODEL (Open System Interchange)

منظمة المقاييس العالمية (ISO) أنشأت في 1974 لتختص بكل الموضوعات الخاصة بالشبكات وتوصيلاتها وكفاءتها وقد قامت هذه الهيئة عام 1984 بتطوير نموذج (OSI) واعتباره نموذج قياسي لتطوير المداولات وعمارة الشبكات المختلفة ويطلق عليه نموذج نظام التبادل المفتوح Open System Interconnection ويتكون هذا النموذج من 7 طبقات كما هو مبين بالشكل رقم 1. هذا الطبقات تمثل مجموعة من الوظائف والعمليات الخاصة بانتقال الرسائل خلال أجهزة الشبكة الواحدة أو خلال أجهزة داخل عدة شبكات. يمكن اعتبار OSI هو نموذج لفهم وتصميم الشبكات.

وبصورة عامة فإن OSI يصنف العمليات المختلفة المطلوبة في الشبكات إلى سبع طبقات وظيفية مترابطة. كُن مجموعة منهم تحتوي على عدة نشاطات أو عمليات للشبكة أو المعدات أو البروتوكولات المستخدمة لحركة المعلومات عبر الشبكة. الوظائف التي تتم خلال إحدى الطبقات تخدم الوظائف التي تتم خلال الطبقة التالية أو السابقة لها مباشرة

عمارة الطبقات Layered architecture

الشكل رقم 5 يوضح كيف تنتقل الرسالة من المصدر إلى الوجهة النهائية مروراً ببعض الأجهزة البينية



شكل 5: انتقال الرسالة من المصدر إلى الوجهة النهائية مروراً ببعض الأجهزة البينية

يحدد المصمم المعالجات (العمليات) اللازمة لنقل البيانات المراد إرسالها من أعلى إلى أسفل خلال الحاسب (الجهاز A) حتى تصل إلى مرحلة قبل الدفع بالرسالة عبر الأسلاك أو الوسط المحيط ثم يجمع هذه العمليات في مجموعات منفصلة لتحديد مهام كل طبقة وبالتالي فإن كل طبقة تمثل مجموعة من الأهداف (العمليات) ذات العلاقة الواحدة داخل الحاسب. بتعريف وتحديد فاعلية كل طبقة يستطيع المصمم خلق المعمار (الهيكل) للطبقات والذي يجب أن يكون شامل و مرن

من الشكل رقم 5 يتضح التالي :

- يوجد 7 طبقات في كل من الجهازين (A and D) وذلك لارتباطهما بخدمات وعمليات تتعلق بالشبكة والمستخدم معا
- يوجد 3 طبقات في كل من الأجهزة البينية (B and C) وذلك لارتباطهما بخدمات وعمليات تتعلق بالشبكة فقط (نقل الرسائل مع تحقيق الكفاءة في النقل)

العمليات النظرية لنظير Peer-to-Peer Processes

من الشكل رقم 5 يتبين وجود عمليات peer to peer بنمطين :

(a) خلال جهاز واحد Peer-to-peer within a single machine

تعطي كل طبقة خدماتها إلى الطبقة التي تليها فقط فعلى سبيل المثال: الطبقة الثالثة تستخدم خدمات الطبقة الثانية والطبقة الرابعة تستخدم خدمات الطبقة الثالثة وهكذا داخل الجهاز الواحد

(b) خلال عدة أجهزة Peer-to-peer within machines

الطبقة رقم X في الجهاز (A) تتصل بنفس الطبقة رقم X في الجهاز (B , C or D) من خلال بروتوكول. أي أن الاتصال بين الأجهزة يكون Peer-to-peer process باستخدام البروتوكول المناسب لكل طبقة.

مثال 2: العمليات المتعلقة بإرسال خطاب بريدي Sending a letter

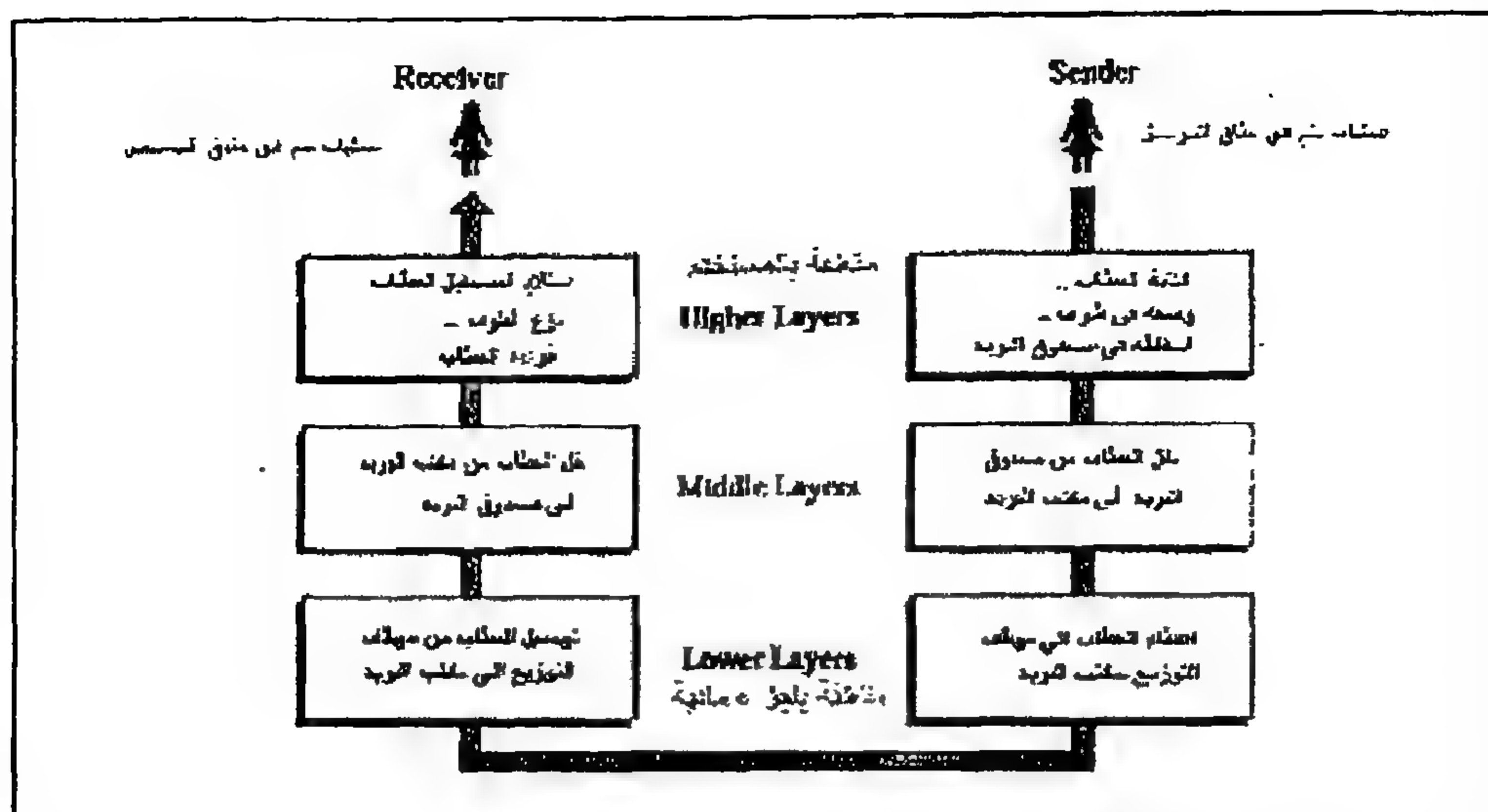
المثال التالي يوضح عملية تقسيم الوظائف إلى مجموعات وتحديد مهام كل مجموعة وتوضيح عملية peer-to-peer وذلك من خلال كتابة وإرسال رسالة بريدية من شخص في مكان ما إلى شخص آخر في مكان آخر. الشكل رقم 6 يوضح هذه العملية (إرسال رسالة بريدية من مصدر إلى وجهه نهائية)

الواجهات بين الطبقات Interfaces between layers

الواجهات بين كل طبقتين لتحديد المعلومات والخدمات التي تؤديها الطبقة للطبقة التالية لها

تنظيم الطبقات Organization of the layers

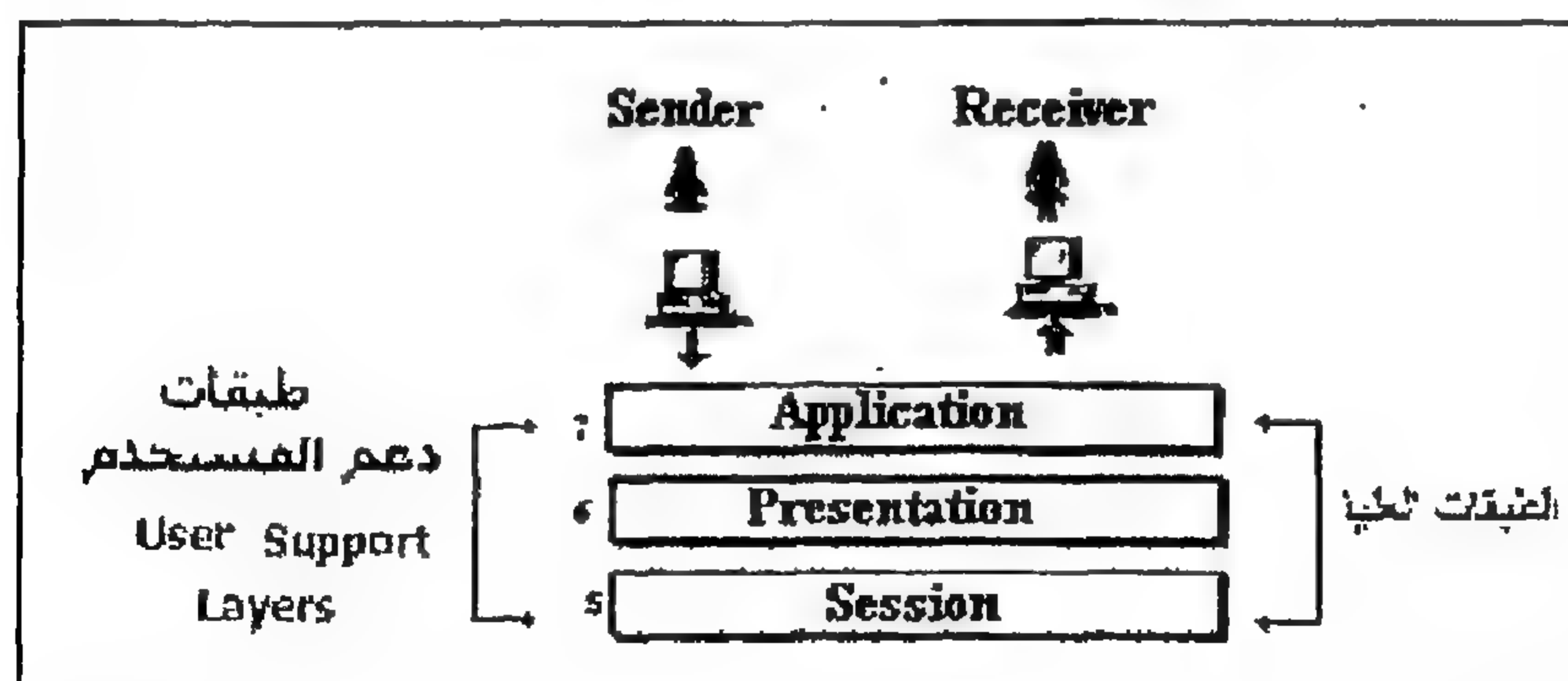
يمكن تقسيم طبقات OSI السبعة إلى ثلاث مجموعات



شكل 6: عملية إرسال رسالة بريدية من شخص في مكان ما إلى شخص آخر في مكان آخر

أولا : الطبقات العليا

هي طبقات (Session, Presentation and Application layers) وتستخدم هذه الطبقات لدعم المستخدم (user) ويتم تنفيذ أنشطة هذه الطبقات بواسطة البرامج (software). الشكل رقم 7 يوضح الطبقات العليا والتي تستخدم لدعم المستخدم

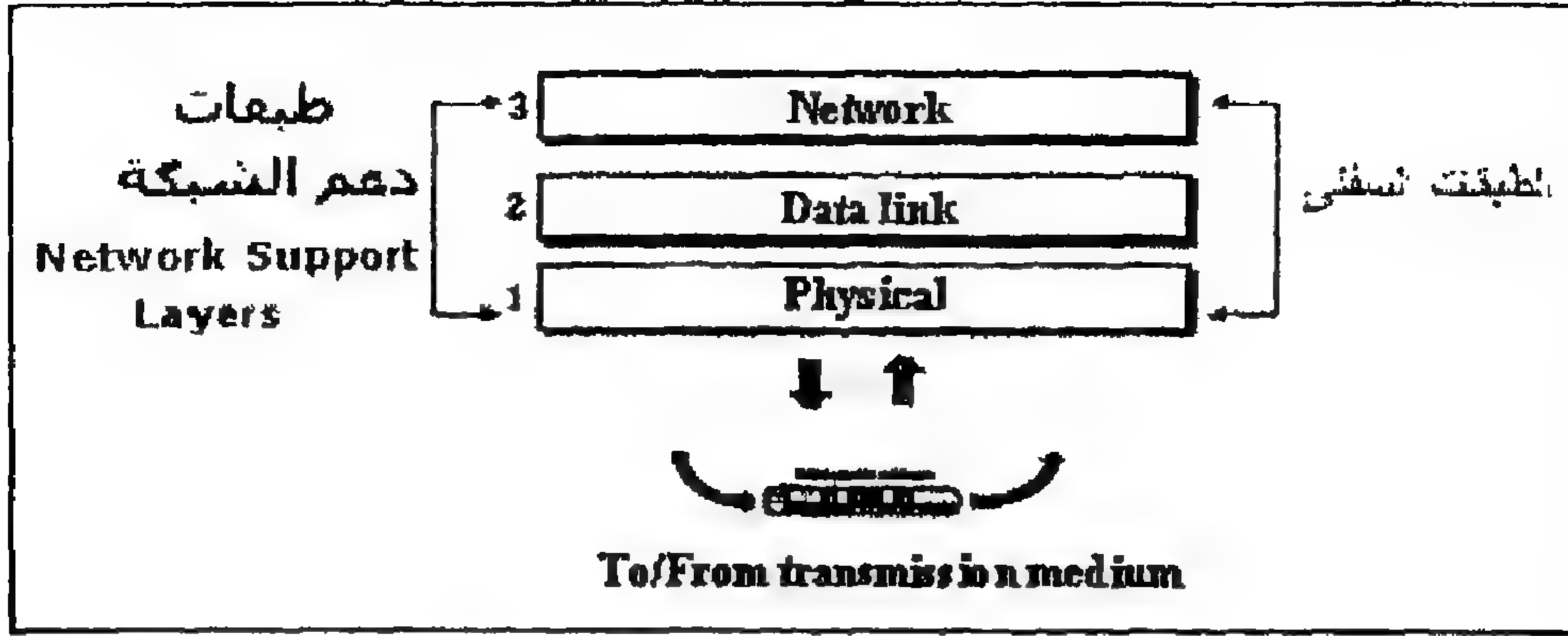


شكل 7 : الطبقات العليا والتي تستخدم لدعم المستخدم

ثانيا : الطبقات السفلى

هي طبقات (Physical, data link and Network layers) وتستخدم هذه الطبقات لدعم الشبكة. تنفذ أنشطة هذه الطبقات بواسطة اتحاد البرامج و المعدات (software)

(and hardware) باستثناء الطبقة المادية (Physical layer) الذي هو غالبًا ما تنفذ بالمعدات (hardware). الشكل رعاة فان الطبقات السفلى والتي تستخدم لدعم خدمات الشبكة

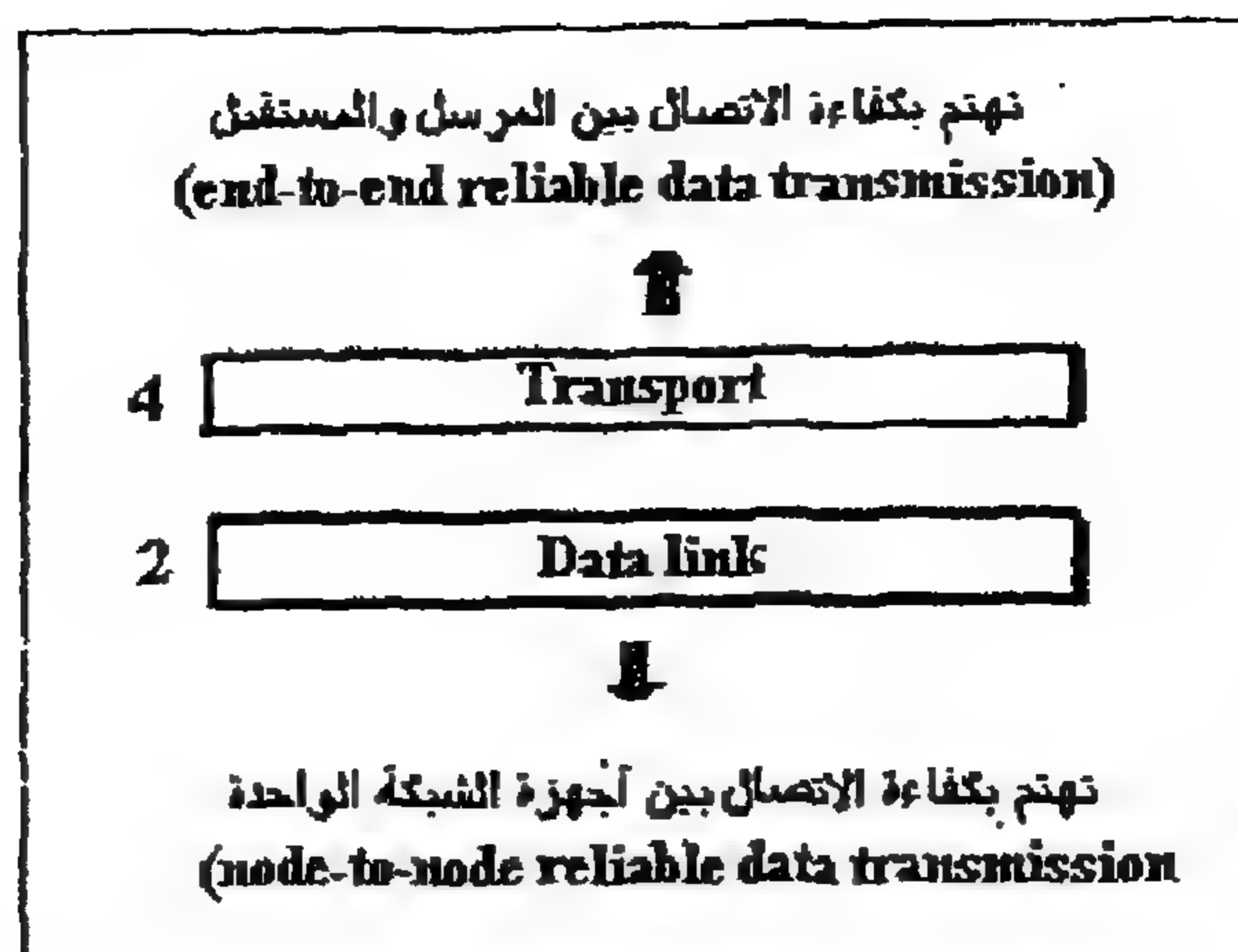


شكل 8 : الطبقات السفلى والتي تستخدم لدعم خدمات الشبكة

تتعامل الطبقات السفلى مع الجوانب المادية لتحريك البيانات من جهاز إلى جهاز آخر مثل المواصفات الكهربائية لكارت الشبكة و التوصيلات المادية بين الأجهزة والعنونة المادية والمنطقية (physical and logical addressing) وتنظيم النقل (flow control) والتحكم في الأخطاء (error control)

ثالثا : الطبقة الوسطى

هي طبقة النقل (Transport layer) والتي تعمل كواجهة بين الطبقات العليا والسفلى حيث أنها تهتم بكفاءة الاتصال بين الطرفين النهائيين (end-to-end or sender to receiver) وذلك مقارنة بطبقة الربط (data link layer) التي تهتم بكفاءة الاتصال من نقطة إلى نقطة أخرى تالية لها داخل الشبكة الواحدة (point-to-point delivery). الشكل رقم 9 يوضح الفارق بين طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer)



شكل 9 : الفارق بين طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer)

وبصورة عامة فإن :

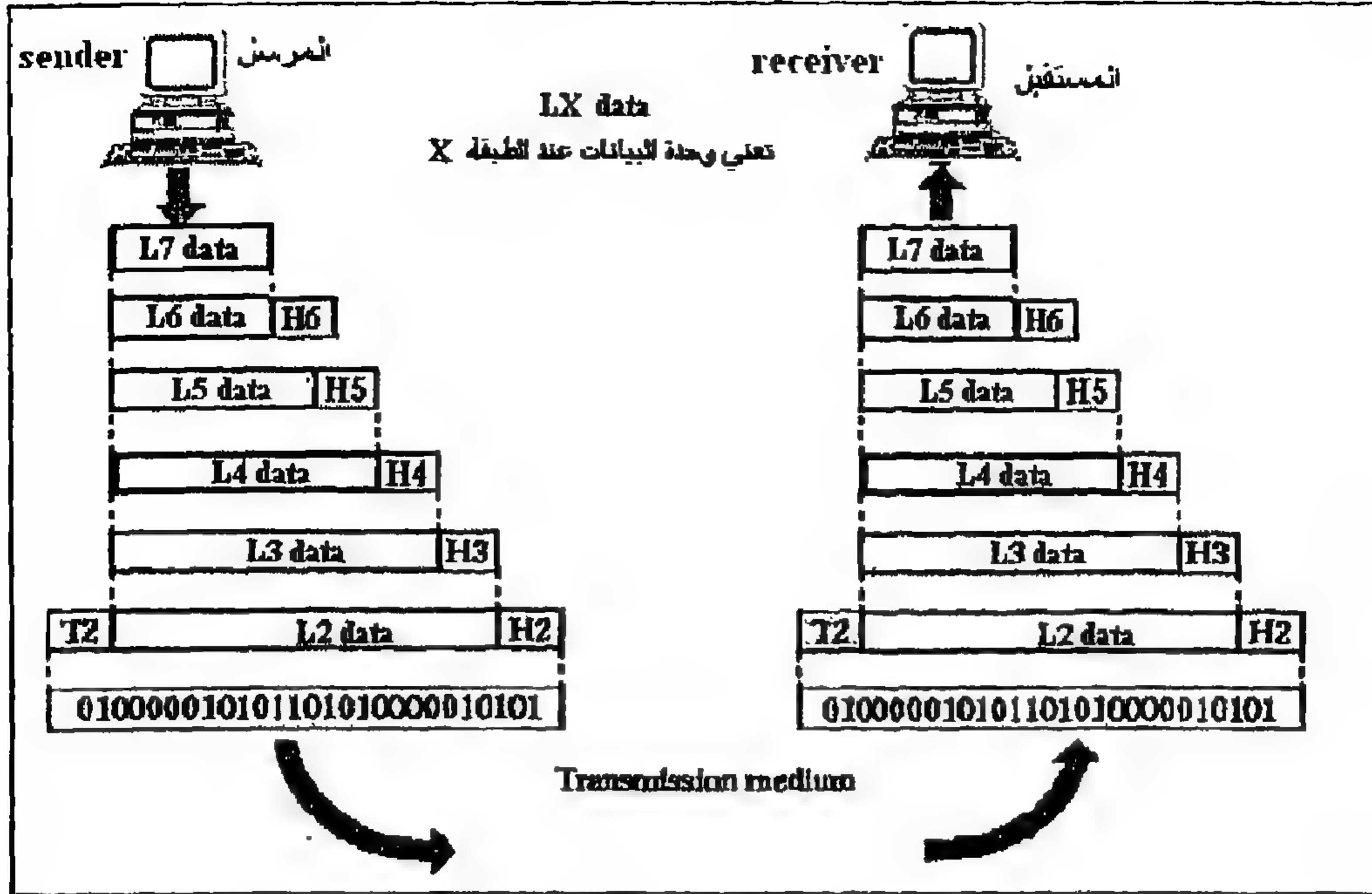
الطبقات الثلاث السفلى : مخصصة لنقل البيانات وتبادلها بين الشبكات (خلال الأوساط الناقلة)

الطبقات الثلاث العليا : مخصصة لتطبيقات وبرامج المستخدم

الطبقة الوسطى : تعمل كواجهة بين الطبقات السفلى والعليا

عند إرسال البيانات عبر الشبكة فإنها تمر خلال الطبقات حيث يتم إضافة Header بواسطة بعض الطبقات (data link , network, transport, session, and presentation layers) قبل تمرير البيانات إلى الطبقة التالية. هذا header يستخدم للتحكم في سريان البيانات داخل أجهزة الشبكة الواحدة أو التحكم في سريان البيانات خلال عدة شبكات . طبقة الربط (data link layer) تقوم بإضافة ذيل (trailer) إلى البيانات والذي يستخدم في تقنيات كشف الأخطاء. الشكل 10 يوضح عملية إضافة الرأس والذيل (header and trailer) أثناء انتقال البيانات خلال طبقات

OSI



شكل 10: عملية إضافة الرأس والذيل header and trailer

أثناء انتقال البيانات خلال طبقات OSI

ترتيب العمليات

- (1) تبدأ العملية من الطبقة السابعة (application layer) التي ترتبط بالمستخدم ثم ننقل إلى عمليات الطبقة التي أسفل منها حتى تصل في النهاية إلى الطبقة المادية (Physical layer) التي ترتبط بوسط الإرسال (transmission medium)
- (2) في كل طبقة (عدا الطبقة الأولى والسابعة) يتم إضافة رأس للبيانات المرسله والذي يستخدم في عمليات Flow control
- (3) في الطبقة الثانية (data link layer) يتم إضافة ذيل إلى البيانات والذي يستخدم في عمليات error control
- (4) تقوم الطبقة الأولى (Physical layer) بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية (أو كهربائية أو ضوئية) لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي (wireless or wire medium)

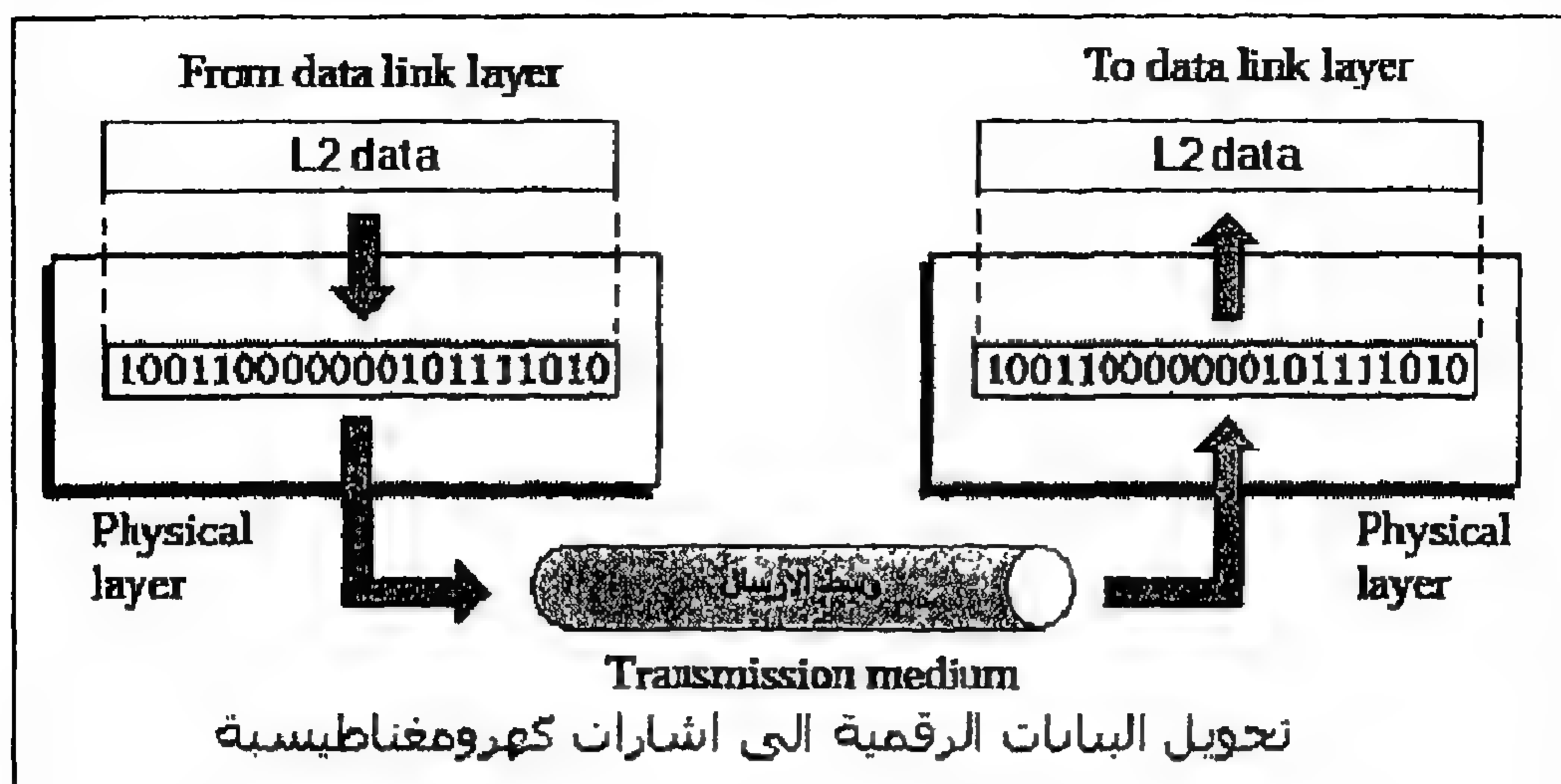
- (5) بعد وصول الإشارة إلى المستقبل (receiver) تنتقل إلى الطبقة الأولى (physical layer) في طبقات المستقبل لتتحول إلى رسالة رقمية
- (6) تتحرك الرسالة لأعلى خلال طبقات OSI للمستقبل
- (7) عند انتقال الرسالة إلى الطبقات المتتالية يتم استخلاص الرأس والذيل في نفس الطبقات المناظرة (peer-to-peer process) لطبقات المرسل ويتم إجراء العمليات المناسبة في كل طبقة
- (8) تتحرك البيانات حتى تصل إلى الطبقة السابعة في صورة ملائمة لطبقة التطبيق (application layer) وتكون حينئذ في صورة ملائمة للمستلم

7.4 طبقات نموذج التبادل المفتوح THE OSI LAYERS

في الجزء التالي سنتناقش المهام والوظائف والخصائص لكل طبقة من طبقات (OSI model) وعلاقتها بالطبقة التي تليها

7.4.1 الطبقة المادية Physical Layer

تقوم الطبقة المادية (Physical layer) بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي السلكي أو اللاسلكي وبعد وصولها إلى المستقبل تقوم هذه الطبقة بإعادة تحويل الإشارة مرة أخرى إلى الرسالة الرقمية الأصلية كما أن هذه الطبقة تقوم بتنسيق الوظائف المطلوبة لإرسال bits عبر الوسط المادي. ومن ناحية أخرى فإن (Physical layer) تحدد المواصفات الميكانيكية والكهربائية الخاصة بكميات الشبكة (السطح البيني) وأوساط النقل (الكابلات) بالإضافة إلى تحديد الخطوات والمهام التي تقوم بها الأجهزة المادية والأوساط البينية (interface) لتحقيق عملية الإرسال وتحديد كيفية اتصال الكبل بكميات الشبكة. الشكل 11 يوضح ارتباط الطبقة المادية (physical layer) بطبقة الربط (data link layer) واتصالها بوسط الإرسال



شكل 11: ارتباط الطبقة المادية (physical layer) بطبقة الربط

(data link layer) واتصالها بوسط الإرسال

مهام الطبقة المادية (Physical layer)

تختص الطبقة المادية بالمهام التالية:

(1) الخصائص المادية للواجهات ووسائط النقل**Physical characteristics of interfaces and media**

تحدد خصائص الطبقة البينية (interface) بين الأجهزة ووسط الإرسال كما

تحدد خصائص ونوع وسط الإرسال

(2) تمثيل البيانات Representation of data

بيانات الطبقة المادية تتكون من سيل من bits (stream of bits) ولإرسالها

خلال وسط الإرسال يجب أن تشفر هذه البيانات الرقمية إلى إشارات

كهرومغناطيسية أو كهربائية أو بصرية (تبعاً لنوع وسط الإرسال) ولذلك فإن

الطبقة المادية تحدد نوع التشفير الذي سيتم إجراؤه على سيل bits

(3) سرعة إرسال البيانات Data Rate

تحدد الطبقة المادية (Physical layer) سرعة إرسال البيانات (data rate)
(عدد bits في الثانية لواحدة) بالإضافة إلى تحديد المسافة بين bits

(4) تحقيق التزامن Synchronization of bits

تحدد الطبقة المادية (Physical layer) طبيعة وكيفية تحقيق التزامن بين عملية الإرسال وعملية الاستقبال

(5) ارتباط الأجهزة Line configuration

الطبقة المادية (Physical layer) تحدد كيفية ارتباط الأجهزة داخل الشبكة بالوسط المادي (point-to-point or multipoint configuration)

(6) الطوبولوجي المادي Physical topology

تحدد الطبقة المادية (Physical layer) كيفية توصيل الأجهزة داخل الشبكة
(ring, bus, mesh, star, tree or hybrid)

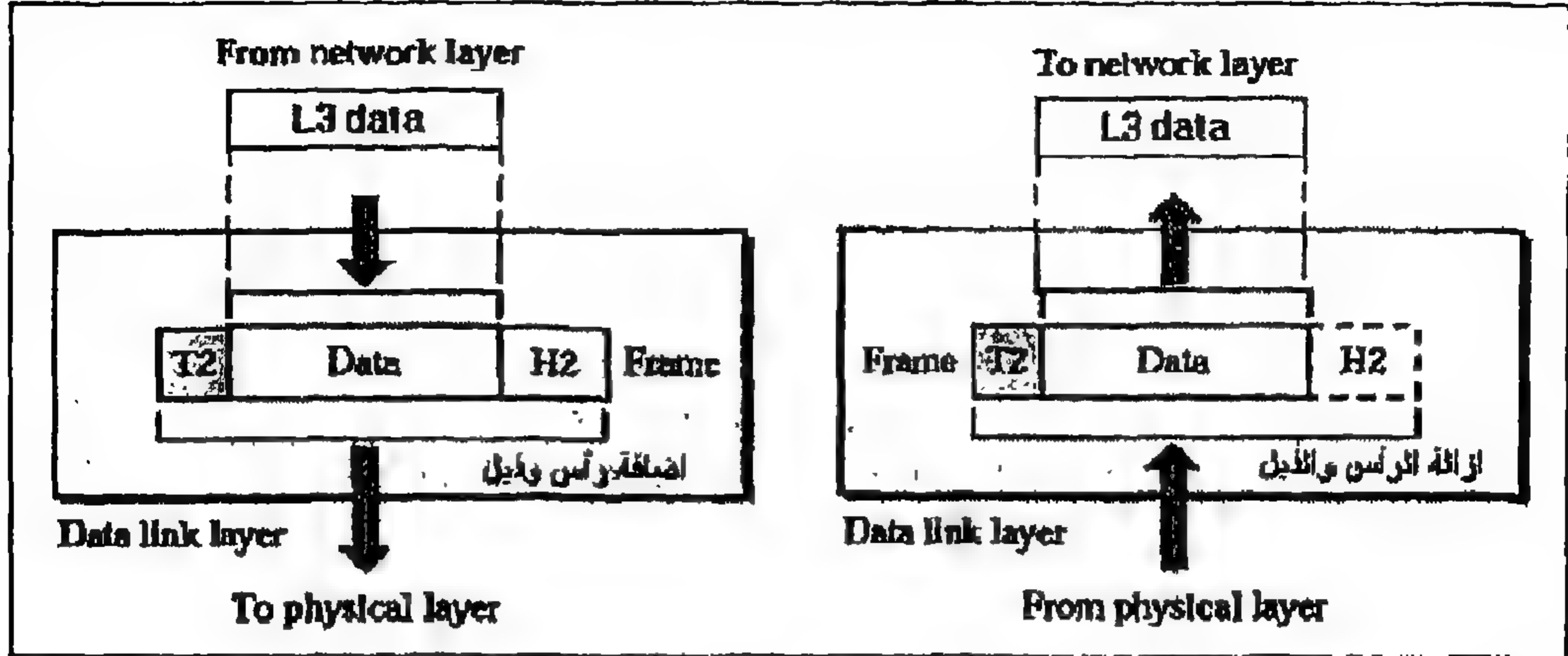
(7) اتجاه سريان البيانات Transmission mode

تحدد الطبقة المادية اتجاه سريان الإشارات بين الأجهزة (simplex, half-duplex or full-duplex transmission)

7.4.2 طبقة الربط (ربط البيانات) Data Link Layer

تهتم طبقة الربط (data link layer) بكفاءة الاتصال داخل أجهزة الشبكة الواحدة (node-to-node delivery) كما أنها تقوم بتنسيق الرزم (packet) المقدمة إلى الطبقة المادية physical layer والتحكم في تدفق البيانات وكذلك إعادة البيانات التي تعرضت للتلف بالإضافة إلى جعل الرسائل الآتية من الطبقة المادية physical layer خالية من الأخطاء قبل توصيلها إلى طبقة الشبكة (network layer). من ناحية أخرى طبقة الربط (data link layer) تقوم بتقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة frames (إطارات) وتضيف إليها الرأس (header) والذيل (trailer) والتي تحتوي

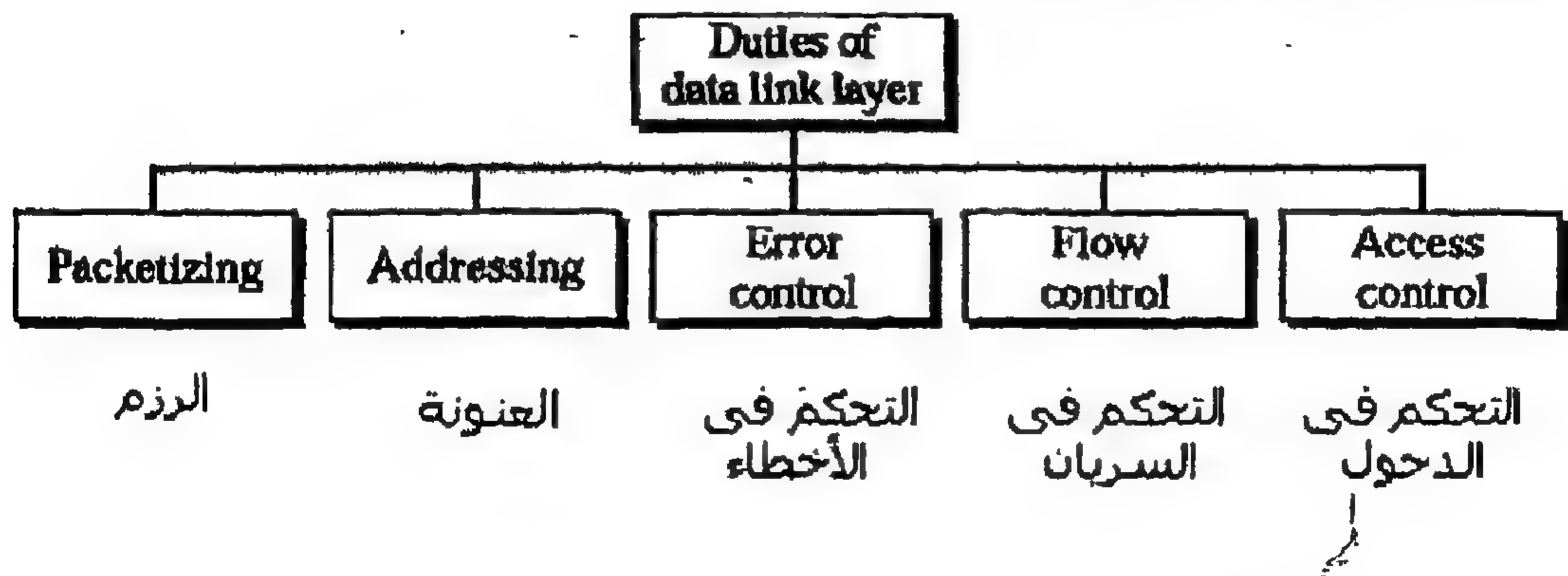
على معلومات للتحكم في التدفق والتأكد من عدم وجود أخطاء بالإطارات (Frames).
الشكل رقم 12 يوضح الارتباط بين طبقة الارتباط (data link layer) وكل من الطبقة المادية (physical layer) وطبقة الشبكة (network layer)



شكل 12 : الارتباط بين طبقة الربط (data link layer) وكل من
الطبقة المادية (physical layer) وطبقة الشبكة (network layer)

مهام طبقة الربط (data link layer)

تختص طبقة الربط بالمهام التالية



(1) التشكيل Framing

تقسم طبقة الربط (data link layer) سيل bits (stream of bits) الآتية من طبقة الشبكة (network layer) إلى وحدات صغيرة تسمى إطارات (frames)

(2) العنوان المادية Physical addressing

حيث أن إطارات البيانات تنتقل خلال الأجهزة المختلفة داخل الشبكة الواحدة فإن طبقة الربط (data link layer) تقوم بإضافة رأس (header) إلى كل إطار لتحديد العنوان المادي للمرسل وعنوان الوجهة (المستقبل). إذا كان الإطار سيذهب إلى شبكة أخرى خارج شبكة المرسل فسيكون عنوان المستقبل في هذه الحالة هو عنوان الجهاز الذي سيربط شبكة المرسل بالشبكة الأخرى.

(3) التحكم في التدفق Flow control

إذا كانت سرعة البيانات عند الاستقبال أقل منها عند الإرسال، فتقوم طبقة الربط بفرض ميكانيزم للتحكم في السريان وذلك لمنع تشبع جهاز الاستقبال (prevent overwhelming the receiver)

(4) التحكم في الأخطاء Error control

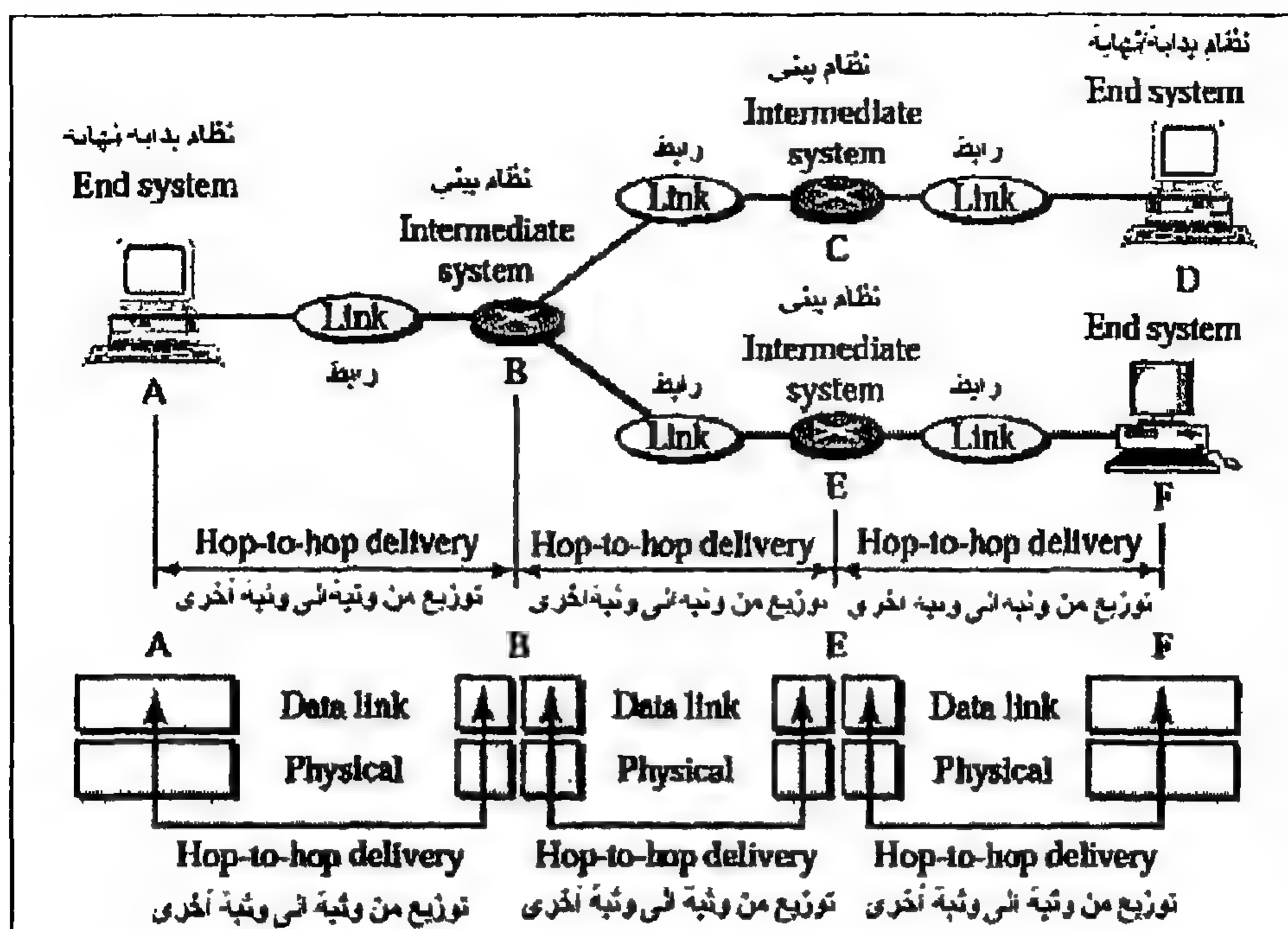
تضيف طبقة ربط (data link layer) اعتمادية إلى الطبقة المادية بواسطة إضافة ميكانيزم لاكتشاف الأخطاء في الإطارات (frames) وإعادة إرسال الإطارات التي بها أخطاء أو المفقودة وتقوم أيضا هذه الطبقة باستخدام ميكانيزم لمنع تكرار الإطارات. التحكم في الأخطاء يتم من خلال إضافة ذيل (trailer) إلى نهاية كل إطار (frame)

(5) التحكم في إذن الدخول Access control

عندما يتصل جهازين أو أكثر بنفس الرابط فإن طبقة الربط لديها البروتوكولات الضرورية لتحديد الجهاز الذي يتحكم في الرابط في أي وقت

التوزيع بين أجهزة الشبكة Point-to-point delivery

الشكل رقم 13 يوضح اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل الشبكة الواحدة (hop-to-hop delivery)



شكل 13 : اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل

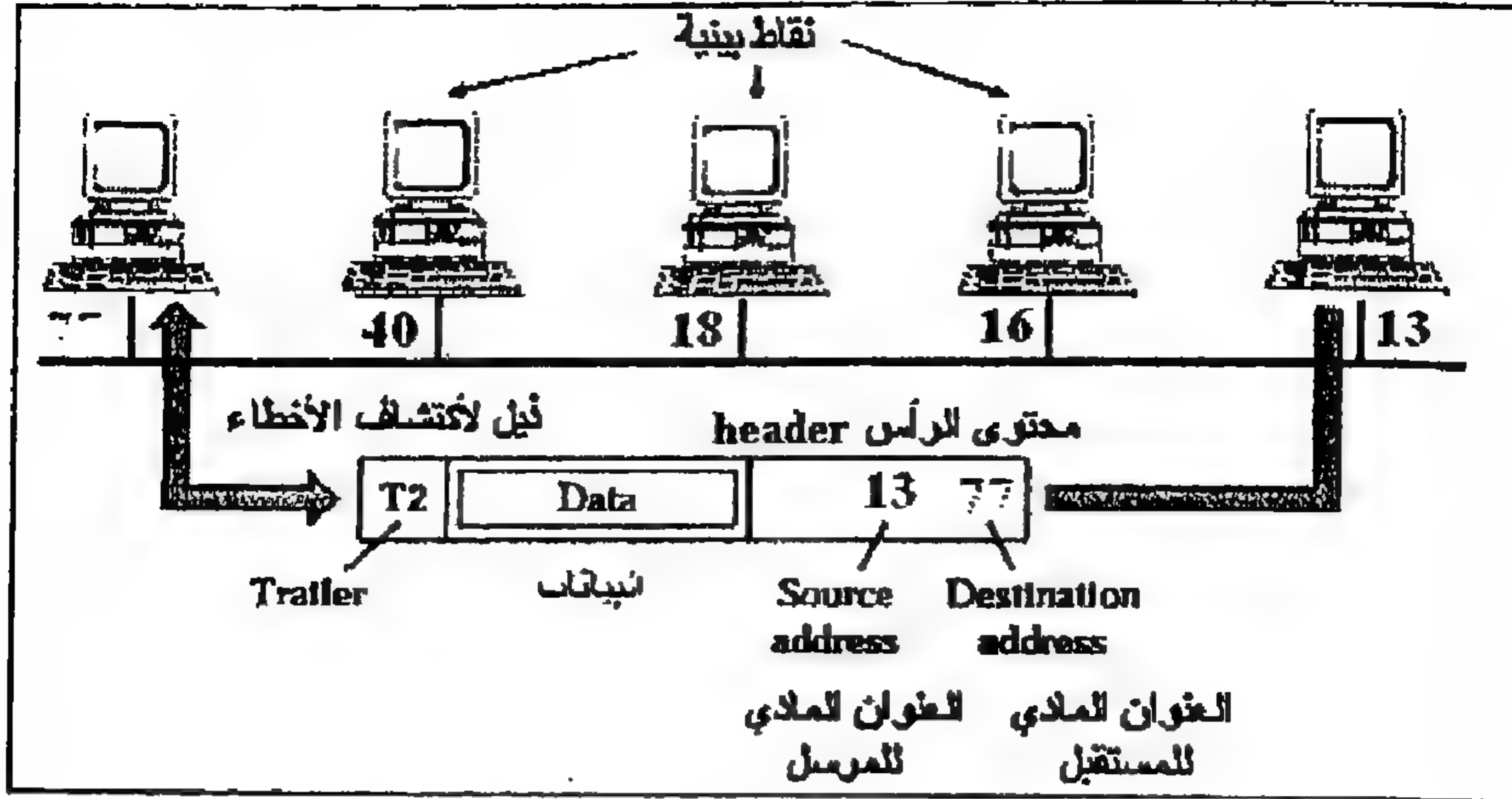
الشبكة الواحدة (hop-to-hop delivery)

مثال 3:

في الشكل رقم 14 يوجد شبكة محلية تحتوي على خمسة أجهزة متصلة برابط واحد عناوينها المادية هي (77, 40, 18, 16, and 13). فإذا كان الجهاز الذي عنوانه المادي 77 يريد إرسال إطار إلى الجهاز الذي عنوانه المادي 13. حدد محتويات الإطار

الحل:

الإطار يحتوي على رأس (header) يتكون من العناوين المادية للمرسل والمستقبل (77 and 13) باقي الرأس قد يحتوي على معلومات أخرى نحتاج إليها في هذا المستوى. كما يحتوي الإطار على الذيل (trailer) الذي عادة ما يحتوي على بتات إضافية نحتاج إليها في اكتشاف الأخطاء والشكل رقم 14 يوضح محتوى الإطار

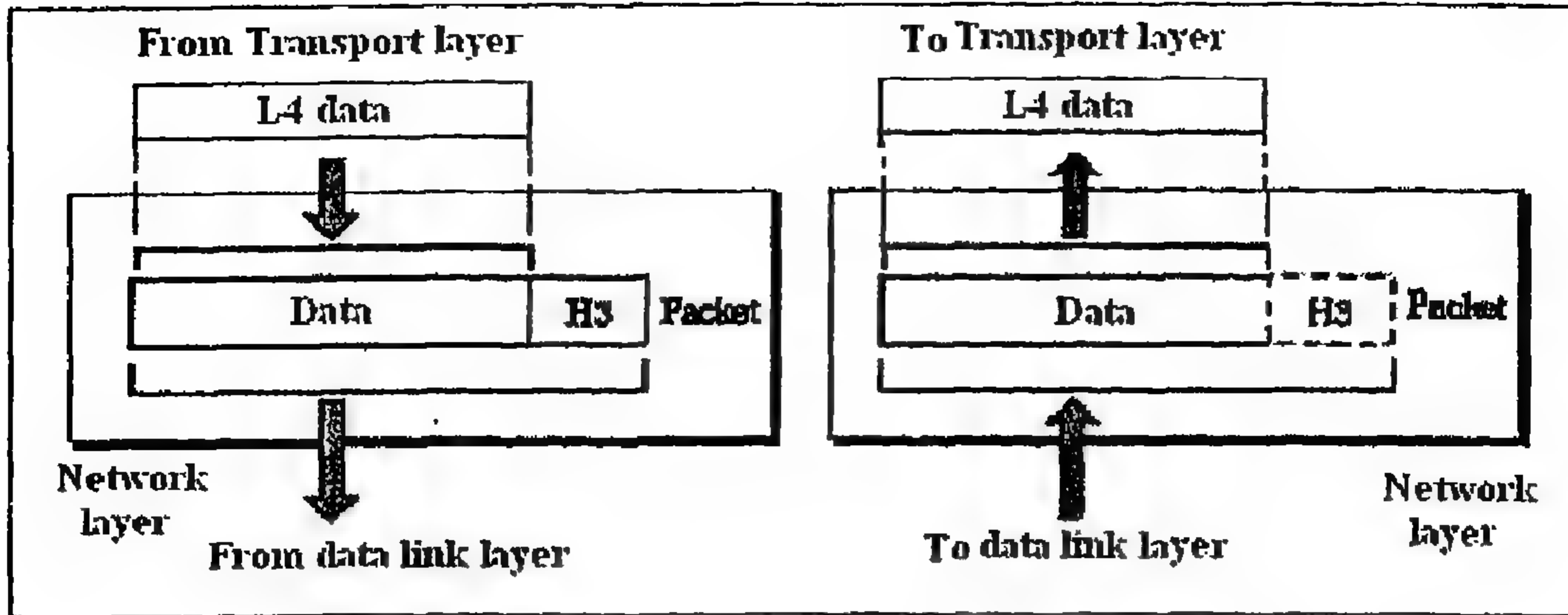


شكل 14: شبكة محلية تحتوي على خمس أجهزة

7.4.3 طبقة الشبكة Network Layer

طبقة الشبكة (network layer) مسؤولة عن التوزيع بين المصدر والوجهة النهائية (source-to-destination delivery) للحزم التي تنتقل عبر شبكات متعددة بعكس طبقة الربط (data link) المسؤولة عن التوزيع للحزم بين جهازين داخل نفس الشبكة (node-to-node delivery). تقوم طبقة الشبكة (network layer) باختيار أفضل المسارات داخل الشبكة وذلك حسب حركة المرور في الشبكة Traffic Load كما تقوم بتوجيه الرسالة نحو العنوان الصحيح وذلك لوجود بروتوكول IP بها بالإضافة إلى أنها تتأكد من أن كل حزمة تأتي من المصدر وتذهب إلى وجهتها النهائية. الشكل رقم 15 يوضح الارتباط بين طبقة الشبكة (network layer) وكلا من طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer).

إذا كان هناك جهازين تم توصيلهما على نفس الرابط داخل شبكة واحدة فإنه ليس هناك حاجة لوجود طبقة الشبكة أما إذا كان الجهازين متصلين بشبكتين مختلفتين فسيكون هناك حاجة إلى طبقة الشبكة لإتجاز توزيع البيانات من المصدر إلى الوجهة النهائية.



شكل 15 : الارتباط بين طبقة الشبكة (network layer) وكلا من طبقة الربط (data link layer) وطبقة النقل (transport layer)

مهام طبقة الشبكة (Network layer)

تختص طبقة الشبكة بالمهام التالية

1) العنونة المنطقية Logical addressing

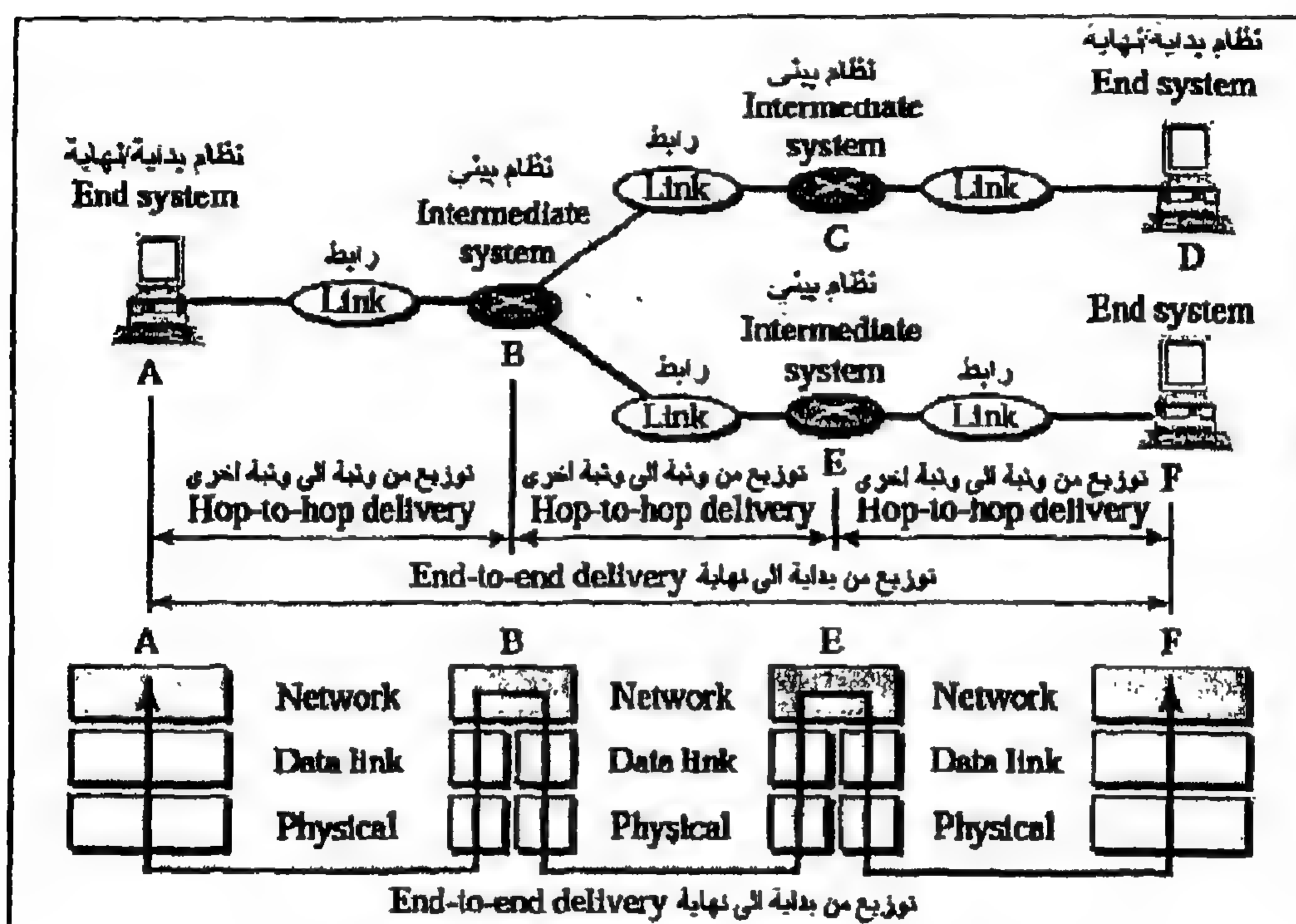
العنوان الذي تم إضافته بواسطة طبقة الربط هو عنوان محلي (داخل الشبكة) فإذا كانت البيانات ستنقل إلى خارج الشبكة فستكون هناك حاجة إلى عنوان آخر (عنوان منطقي logical address) للمساعدة على تمييز المصدر والوجهة النهائية. طبقة الشبكة تضيف رأس (header) إلى الحزمة الآتية من طبقة النقل (transport layer) والذي يحتوي على العناوين المنطقية (logical addresses) للمصدر والوجهة النهائية

2) تسيير البيانات خلال الشبكات Routing

عندما نتصل شبكات أو روابط مستقلة معا لتكوين Internetwork (شبكات متداخلة) أو شبكة كبيرة فسيتم استخدام أجهزة توصيل (router or gateways)

لتحديد مسلك الحزم حتى للوجهة النهائية . أحد أغراض طبقة الشبكة هو التزويد بهذا الميكانيزم

التوزيع بين المصدر والوجهة النهائية Source-to-destination delivery
الشكل رقم 16 يوضح اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل عدة شبكات (source-to-destination delivery)



شكل رقم 16 : اتصال عدة أجهزة ونقاط بينية داخل عدة شبكات

(source-to-destination delivery)

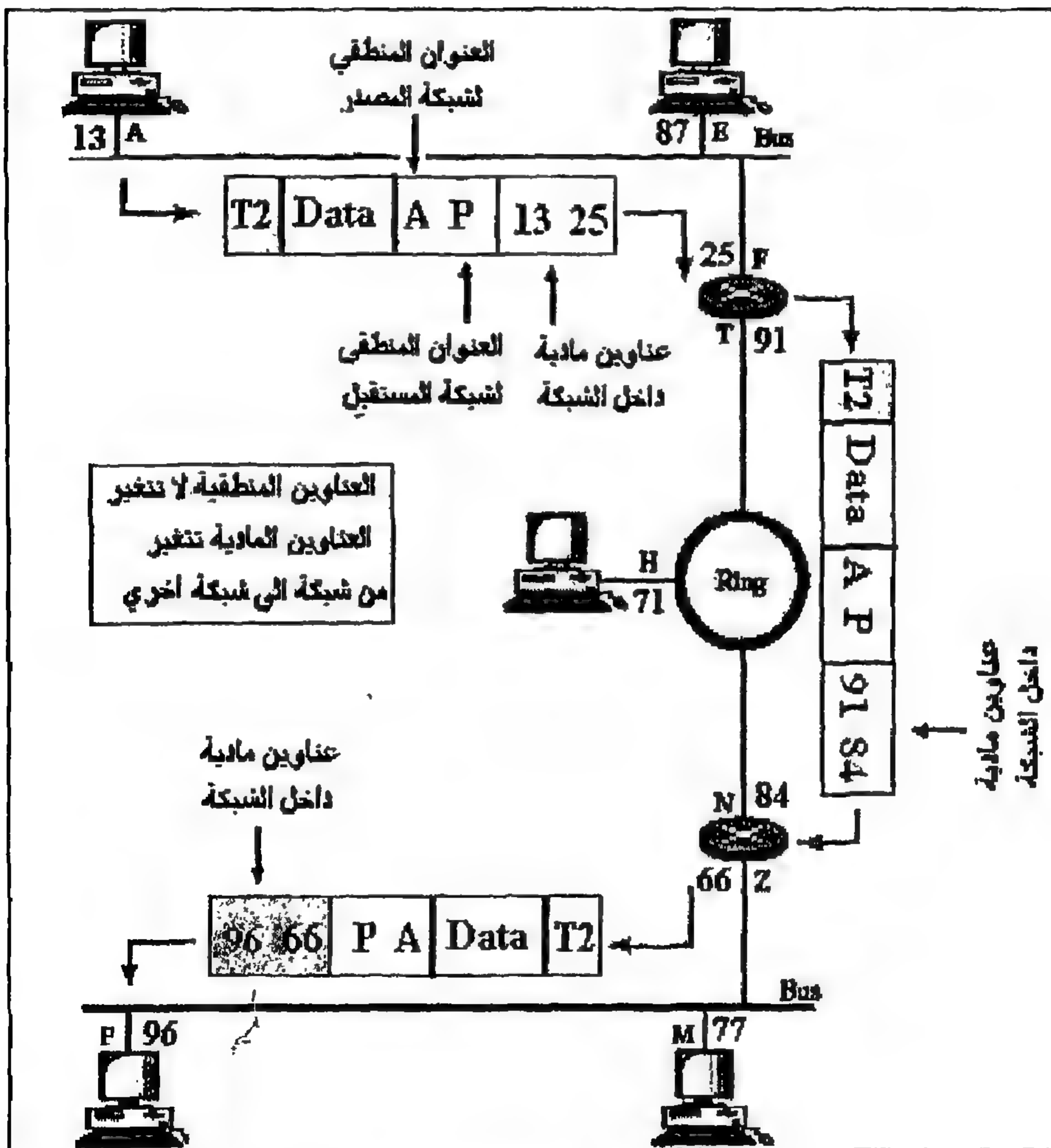
مثال 4:

نريد إرسال بيانات من نقطة (جهاز) بعنوان شبكة (A) وعنوان مادي 13 داخل شبكة LAN إلى جهاز آخر بعنوان شبكة (P) وعنوان مادي 96 في شبكة أخرى. نظرا لأن الجهازين موضوعين في شبكتين مختلفتين فلا نستطيع استخدام العنوان المادي فقط (حيث أنه عنوان محلي داخل شبكة واحدة) وبالتالي نحتاج إلى عنوان

عام يمكن أن يمر خلال حدود الشبكة وإلى خارجها . عنوان الشبكة المنطقي (logical address) لديه هذه الخاصية

الحزمة داخل الشبكة تحتوي على عنوان منطقي والذي يحدد المصدر والوجهة النهائية . هذا العنوان لن يتغير عند خروج البيانات خارج الشبكة بعكس العنوان المادي الذي يتغير عند الخروج من الشبكة إلى شبكة أخرى .

الشكل رقم 17 يوضح محتوى الإطار عند انتقاله من شبكة إلى شبكة أخرى

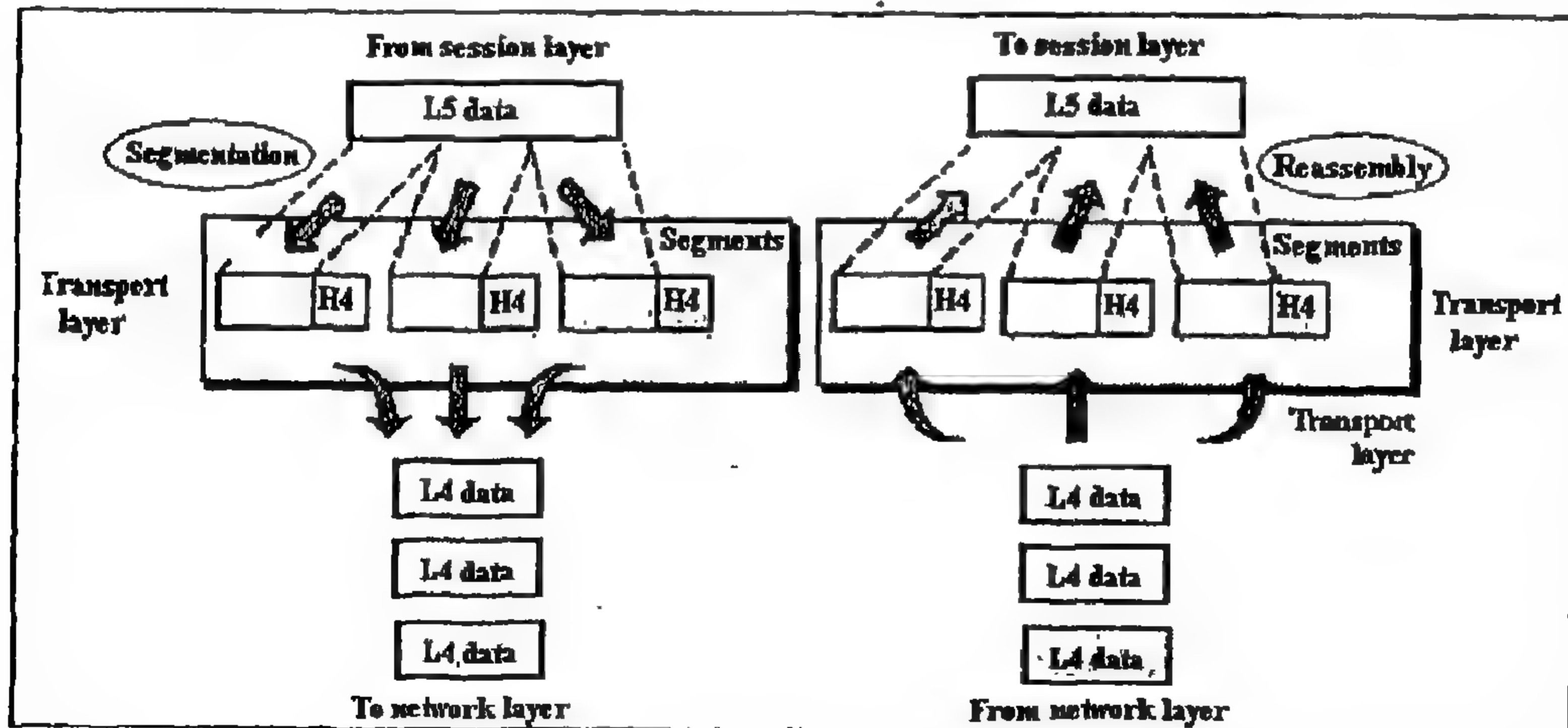


شكل 17 : محتوى الإطار عند انتقاله من شبكة إلى شبكة أخرى

7.4.4 طبقة النقل (Transport Layer)

طبقة النقل (transport layer) هي الطبقة المسؤولة عن توصيل الرسالة من process or application داخل جهاز المصدر إلى process or application آخر داخل الوجهة النهائية (process-to-process delivery) بعكس طبقة الشبكة التي تكون مسؤولة عن (end-to-end delivery) للأجزاء الداخلية للرسالة كما أنها تفصل بين الطبقات الموجهة للمستخدم (الطبقات العليا) والطبقات الموجهة للشبكة (الطبقات السفلى). هذه الطبقة مسؤولة عن تسليم البيانات بشكل سليم وخالي من الأخطاء كما أنها مسؤولة عن إشعار الاستلام من المستقبل بأن الحزمة (packet) تم استلامها بدون أخطاء (end-to-end delivery).

بالرغم من أن هذه الطبقة تراقب توزيع الحزم ولكنها لا تعتني بأي علاقة بين هذه الحزم حيث أنها تتعامل مع كل حزمة بصورة مستقلة وكأنها رسائل منفصلة. في المقابل فإن هذه الطبقة تتأكد من أن كل الحزم وصلت بصورة كاملة وسليمة ومرتبعة مع مراقبة كل من التحكم في الأخطاء والسريان من المصدر إلى الوجهة النهائية. الشكل رقم 18 يوضح الارتباط بين طبقة النقل (transport layer) وكلا من طبقة الشبكة (network link layer) وطبقة المحادثة (session layer).



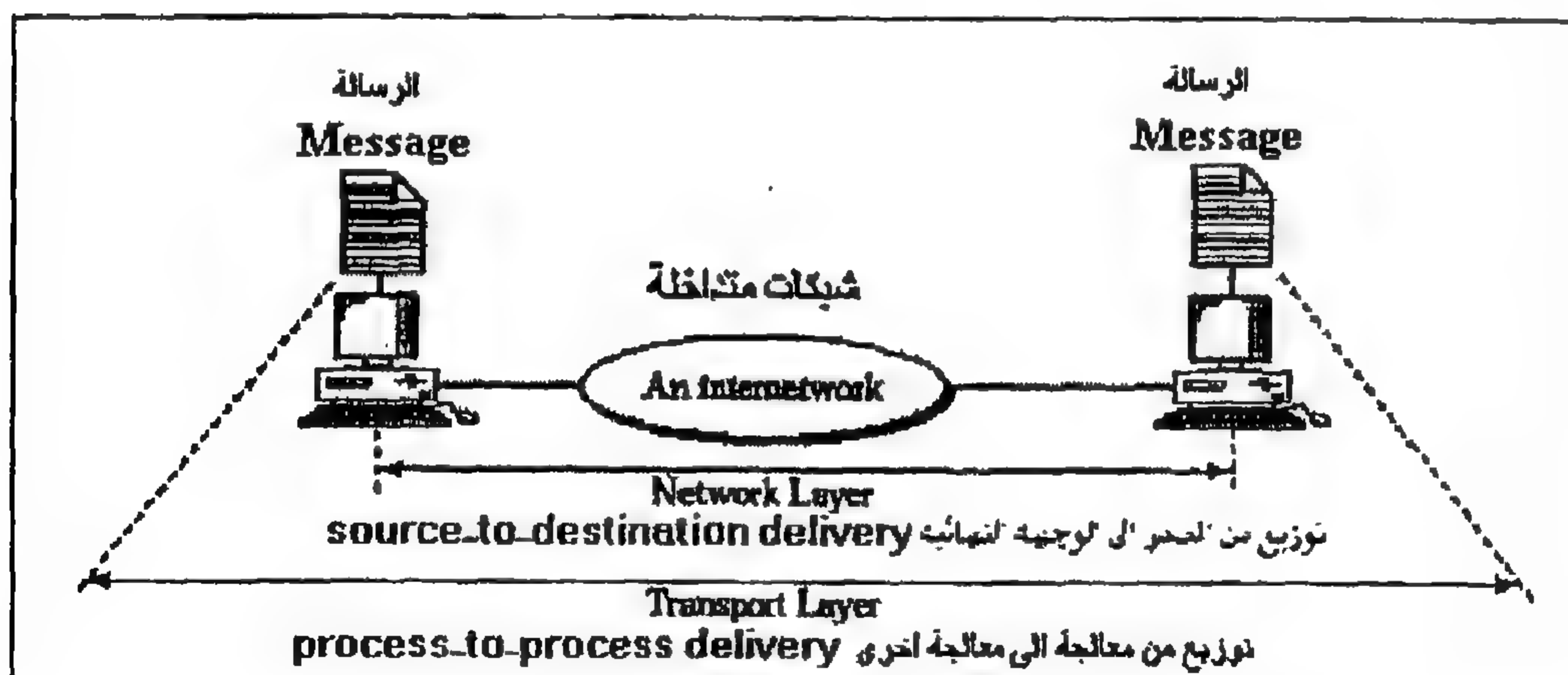
شكل 18: الارتباط بين طبقة النقل (transport layer) وكلا من طبقة الشبكة (network link layer) وطبقة المحادثة (session layer)

مهام طبقة النقل (transport layer)

تختص طبقة النقل بالمهام التالية

1) عنوانة نقطة الخدمة Service-point addressing

غالبا تشغل الحاسيات عدة برامج في نفس الوقت ولهذا السبب فان عملية التوصيل source-to-destination لا تعني فقط التوصيل من جهاز إلى جهاز آخر ولكن أيضا من تطبيق أو معالجة (running program) في أحد الأجهزة إلى تطبيق أو معالجة (running program) في جهاز آخر. ولهذا السبب فان header الخاص بطبقة النقل (transport layer) يجب أن يتضمن نوع من العنوان يسمى service-point address أو port address. يوجد ترابط بين عمل كل من طبقة الشبكة وطبقة النقل حيث أن طبقة الشبكة توصل الحزمة (packet) من الحاسب إلى حاسب آخر وطبقة النقل توصل الرسالة (message) إلى معالجة (process) داخل هذا الحاسب. الشكل رقم 19 يوضح هذا الترابط



شكل 19: الترابط بين عمل كل من طبقة الشبكة وطبقة النقل

في توصيل الرسالة من جهاز إلى جهاز آخر

بصورة عامة فان طبقة النقل (transport layer) مسنولة عن نقل الرسالة من Process (running program) إلى Process (running program)

أخرى (reliable process-to-process delivery of message) وبالتالي فإنها مسؤولة عن تحقيق الكفاءة عند الانتقال من معالجة إلى معالجة أخرى (process-to-process reliability)

2) التقسيم وإعادة التجميع Segmentation and reassembly

تقوم طبقة النقل (transport layer) في جهاز المصدر بتقسيم الرسالة إلى عدة أقسام (segments) ثم تقوم بتوظيف رقم لكل قسم. هذه الأرقام تكون متتالية حيث يتم خلال طبقة النقل (transport layer) إعادة تجميع أقسام الرسالة بصورة سليمة بعد وصولها إلى destination بالإضافة إلى تحديد الحزم (packet) المفقودة أثناء الإرسال

3) التحكم في الارتباط Connection control

تنقسم طبقة النقل إلى نوعين: Connectionless-oriented transport layer and Connection-oriented transport layer. في النوع الأول (Connectionless-oriented transport layer) تعامل طبقة النقل كل قسم (segment) على أنه حزمة منفصلة (independent packet) وتقوم بتوصيلها إلى طبقة النقل في جهاز الاستقبال (destination). في النوع الثاني (connection-oriented transport layer) تنشأ طبقة النقل توصيل مع طبقة النقل في جهاز الاستقبال (destination) قبل إرسال الحزم (packets) ثم تقوم بنقل الحزم وفي النهاية وبعد وصول جميع البيانات يتم قطع الاتصال

4) التحكم في التدفق Flow control

تكون طبقة النقل (transport layer) مسؤولة عن التحكم في التدفق (مثل طبقة الربط data link layer). التحكم في التدفق في هذه الطبقة يكون (end-to-end) وذلك

بخلاف التحكم في التدفق من خلال طبقة الربط (data link layer) الذي يكون (point-to-point) أي خلال رابط واحد

5) التحكم في الأخطاء Error control

تكون طبقة النقل (transport layer) مسؤولة عن التحكم في الأخطاء (مثل طبقة الربط data link layer). التحكم في الأخطاء في هذه الطبقة يكون (end-to-end) وذلك بخلاف التحكم في الأخطاء من خلال طبقة الربط (data link layer) الذي يكون (point-to-point) أي خلال رابط واحد. طبقة النقل في المرسل (sending transport layer) تتأكد أن الرسالة (message) وصلت إلى طبقة النقل في المستقبل (receiving transport layer) بدون أخطاء

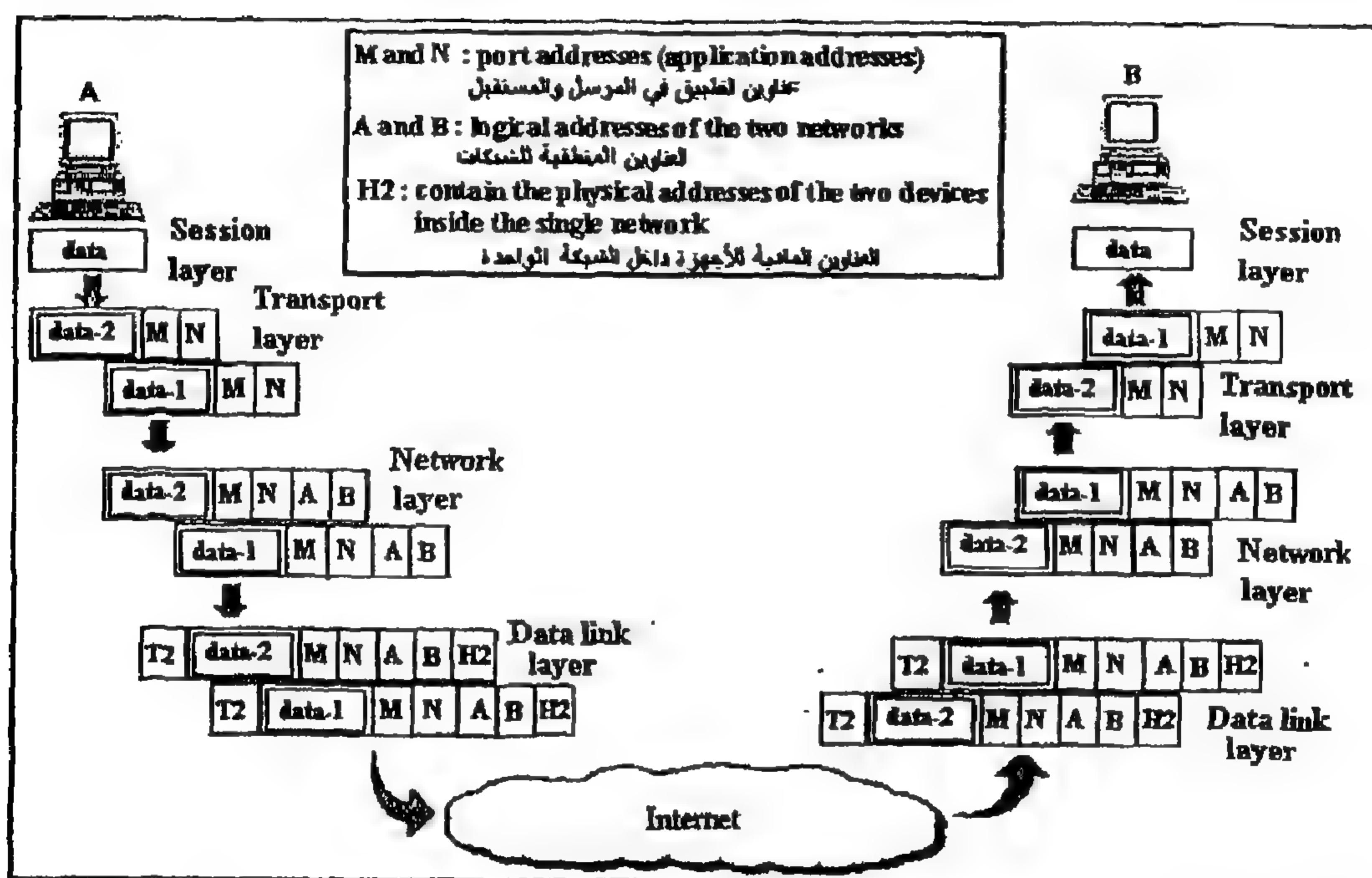
مثال: 5

البيانات تأتي من طبقات المستوى الأعلى ولها العناوين service-point (port) addresses M and N حيث أن Z هو عنوان التطبيق المرسل (sending application) و k هو عنوان التطبيق المستقبل (receiving application). حيث أن حجم البيانات أكبر مما يمكن أن تتحمله طبقة الشبكة فسيتم تقسيم هذه البيانات إلى حزم (two packets) وكل حزمة (packet) تحتفظ بعناوين المرفأ (port) (M and N).

عند انتقال الحزمتين إلى طبقة الشبكة (network layer) فإنها تضيف header يمثل عناوين الشبكة المنطقية (A and B) إلى كل حزمة. عند انتقال الحزمتان إلى طبقة الربط (data link layer) يتم إضافة (H2) header والذي يتضمن العناوين المادية للأجهزة ويتم إضافة trailer الذي يستخدم في التحكم في الأخطاء ثم تنتقل الحزمتان إلى الطبقة المادية (physical layer) حيث يتم تحويل كل منهما إلى إشارات حسب نوع وسط الإرسال المستخدم. الحزم ربما تسلك مسارات

مختلفة عند انتقالها من الشبكة A إلى الشبكة B ويمكن أن تصل الحزم مرتبة أو غير مرتبة.

عندما تصل الحزم إلى طبقة الربط وطبقة الشبكة في المستقبل فإن كل منهما تحذف header الخاص بها بعد اختباره ثم يتم تمرير الحزم إلى طبقة النقل حيث يتم إعادة تجميعهم وترتيبهم ثم توصيلهم إلى الطبقات الأعلى (session layer). الشكل رقم 20 العمليات التي تتم على البيانات المرسل من طبقة المحادثة بدء من طبقة النقل في المرسل وحتى انتقالها إلى طبقة المحادثة في المستقبل.



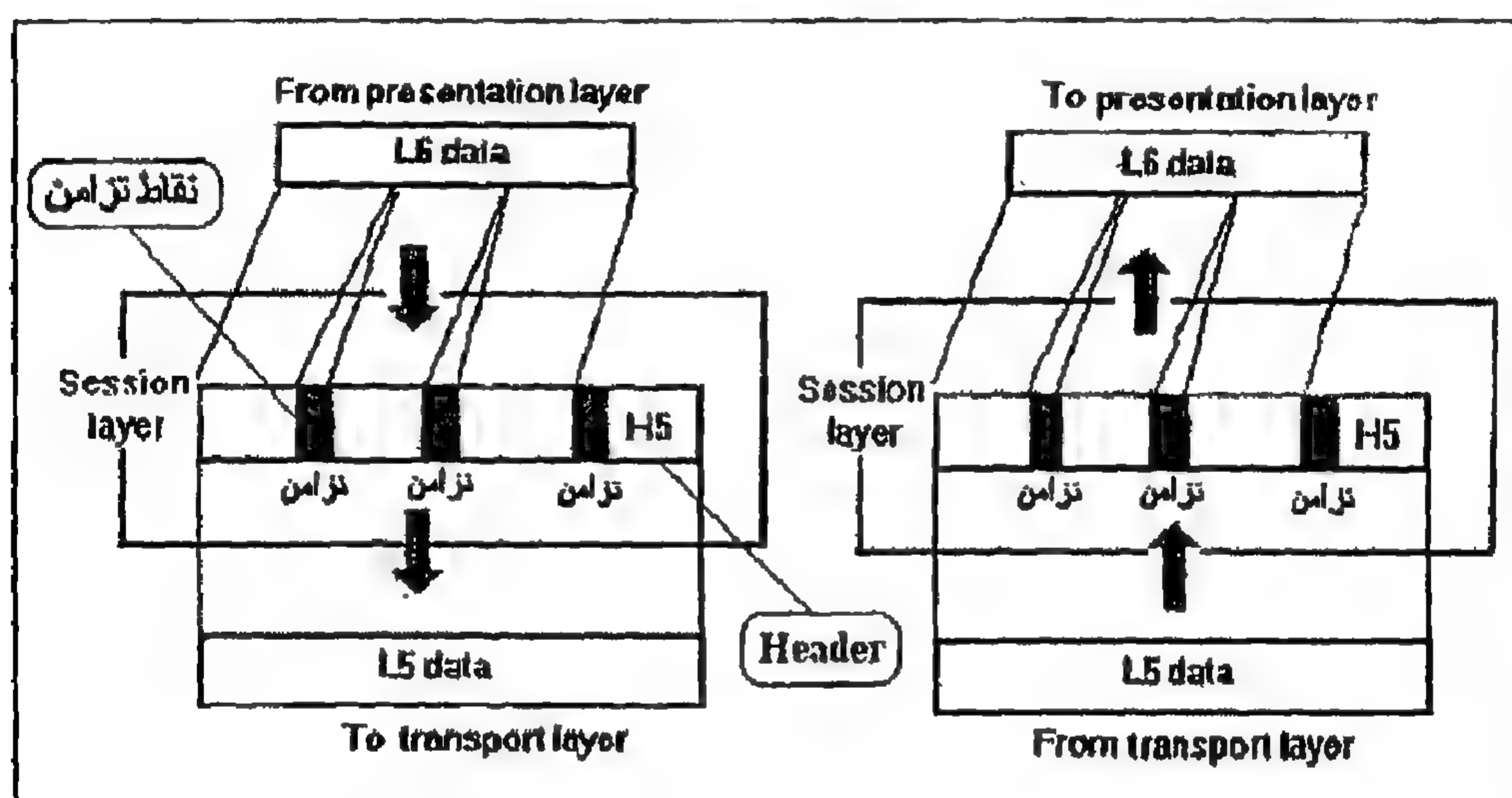
شكل 20 : العمليات التي تتم على البيانات المرسل من طبقة المحادثة بدء من طبقة النقل في المرسل وحتى انتقالها إلى طبقة المحادثة في المستقبل.

7.4.5 طبقة المحادثة Session Layer

طبقة المحادثة (session layer) هي المتحكم في حوارات (dialog) الشبكة حيث أنها تسمح لتطبيقات (مستخدمين) في جهازين مختلفين بالمشاركة في وصلة تسمى محادثة (إنشاء حوار بينهما) من خلال تأسيس الاتصال بين الحاسبات وتقوم بمراقبة

هذا الاتصال وكمية البيانات المرسل . أحيانا تقوم هذه الطبقة بالتحقق من كلمات المرور عند إنشاء الاتصال بالإضافة إلى أنها تضيف نقاط مرجعية (synchronization points) إلى البيانات وذلك لكي يتم إرسال البيانات من النقطة التي توقف عندها الإرسال عندما تعود الشبكة إلى العمل.

بصورة عامة تختص هذه الطبقة بإنشاء وإدارة وإنهاء sessions . الشكل رقم 21 يوضح الارتباط بين طبقة المحادثة (session layer) وكلا من طبقة التقديم (presentation layer) وطبقة النقل (transport layer)



شكل 21: الارتباط بين طبقة المحادثة (session layer) وكلا من طبقة التقديم (presentation layer) وطبقة النقل (transport layer)

مهام طبقة المحادثة (Session layer)

تختص طبقة المحادثة بالمهام التالية

1) التحكم في الحوارات Dialog control

تسمح طبقة المحادثة لنظامين (two systems) في الدخول في حوار (dialog) حيث أنها تسمح باتصال تطبيقان (two process) أما half-duplex أو full-duplex . فعلى سبيل المثال الحوار (dialog) بين النهاية الطرفية (terminal)

والحاسبات الكبيرة (mainframe) تكون half duplex. وبصورة أخرى فإن طبقة المحادثة تحدد من الذي سيرسل في كل لحظة أثناء عملية الاتصال (keeping track of whose turn it is to transmit)

(2) النقاط المرجعية Synchronization

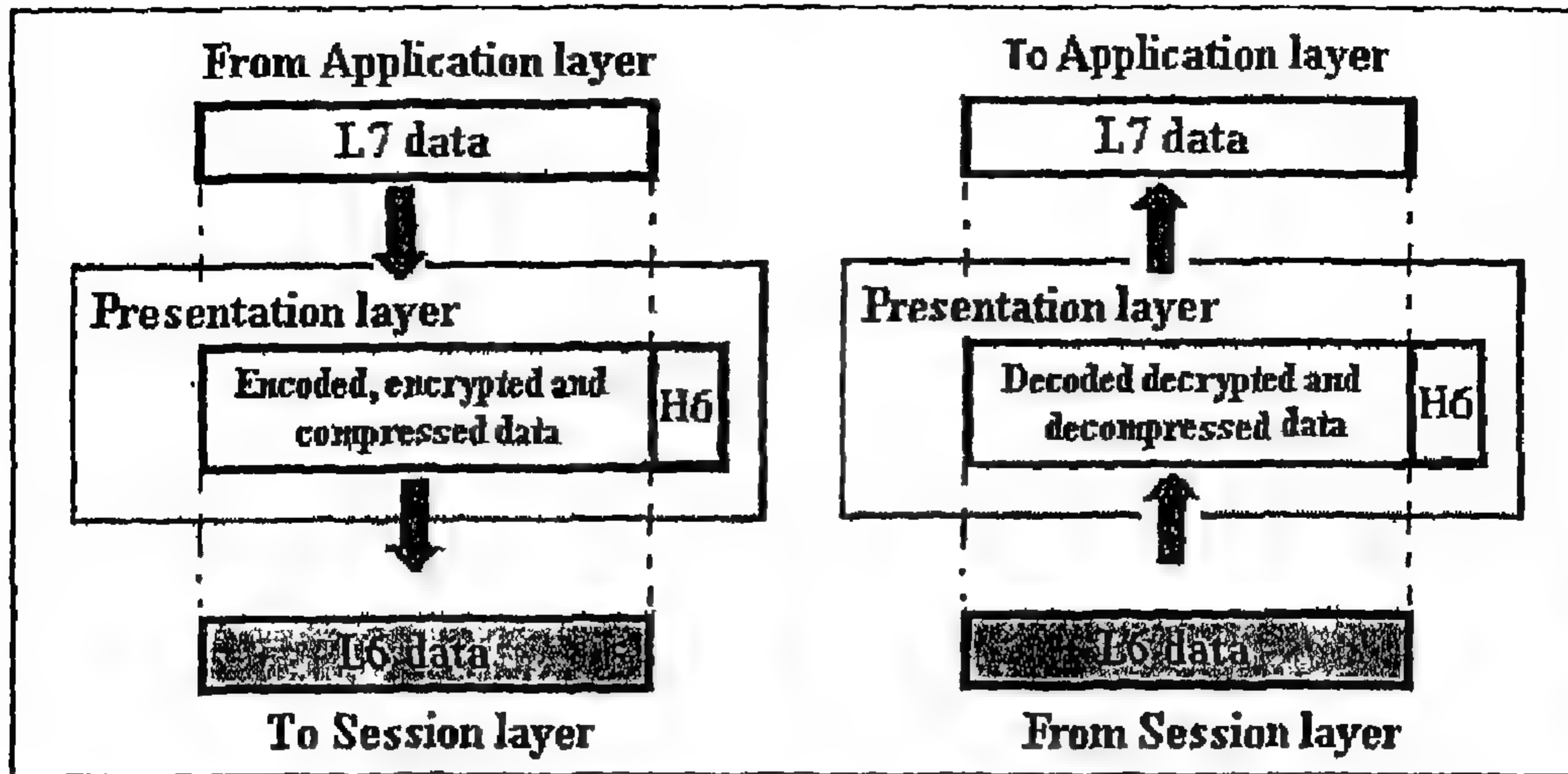
طبقة المحادثة تسمح بإضافة نقاط اختبار (checkpoint) أو ما يسمى (synchronization points) إلى سيل البيانات المراد إرسالها. فعلى سبيل المثال إذا أرسل نظام ملف يحتوي على 2000 صفحة فإنه من المستحب إضافة checkpoint بعد كل 100 صفحة وذلك للتأكد من أن كل مجموعة مكونة من 100 صفحة تم استقبالها والموافقة عليها بصورة منفصلة عن باقي صفحات الملف. وبهذه الطريقة إذا حدث خطأ أو أثناء إرسال الصفحة 323 فسيتم إعادة إرسال الصفحات بدء من الصفحة 301 وليس هناك حاجة لإرسال الصفحات من 1 إلى 300 مرة أخرى

7.4.6 طبقة التقديم Presentation Layer

بعكس معظم الطبقات الأخرى والتي تعني بعملية نقل bits فإن طبقة التقديم (presentation layer) تتعامل مع اللغويات (الترجمة) وتشكيل المعلومات المرسل (syntax and semantics).

تقوم طبقة التقديم (presentation layer) بترجمة البيانات من طبقة المحادثة (Session layer) إلى طبقة التطبيقات (application layer) كما أنها تعمل على ضغط وفك وتشفير وفك تشفير المعلومات.

الشكل رقم 22 يوضح الارتباط بين طبقة التقديم (presentation layer) وكلا من طبقة المحادثة (session layer) وطبقة التطبيق (application layer)



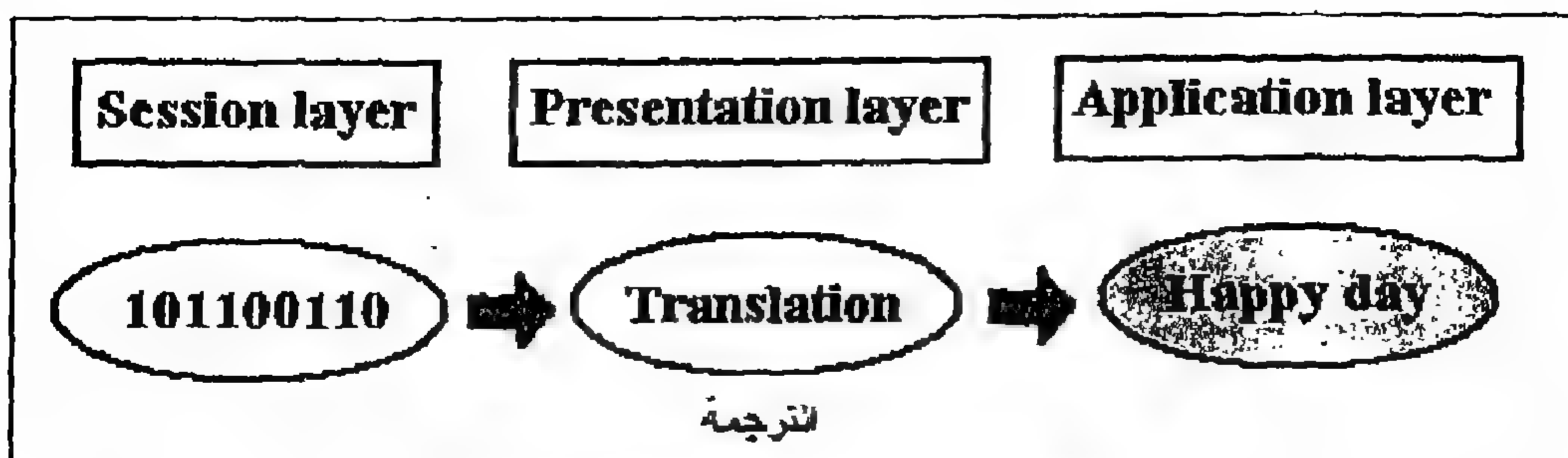
شكل 22: الارتباط بين طبقة التقديم (presentation layer) وكلا من طبقة المحادثة (session layer) وطبقة التطبيق (application layer)

مهام طبقة التقديم (Presentation layer)

تختص طبقة التقديم بالمهام التالية

1 الترجمة Translation

يتم تبادل المعلومات بين المعالجات (processes-running computers) في نظامين في شكل سلاسل حروف وأرقام. هذه المعلومات يجب أن تحول إلى سيل من bits قبل إرسالها. وحيث أنه يمكن أن تتعامل الحاسبات مع تقنيات مختلفة للتشفير فإن طبقة التقديم تكون مسئولة عن قابلية التوليف interoperability بين هذه التقنيات. طبقة التقديم عند جهاز الإرسال تقوم بتغيير المعلومات من الشكل الخاص بالمرسل (sender-dependent format) إلى شكل عام (common format) وتقوم طبقة التقديم في المستقبل بتغيير الشكل العام (common format) إلى الشكل الخاص بالمستقبل (receiver-dependent format).



(2) التشفير وفك التشفير Encryption and decryption

لإرسال معلومات حساسة أو هامة فإن الأنظمة يجب أن تقوم بعمل خصوصية معينة في هذه المعلومات. التشفير (encryption) تعني أن المرسل يحول المعلومات الأصلية إلى شكل جديد (رسالة مشفرة) ثم يقوم بإرسال الرسالة المشفرة خلال الشبكات.

فك التشفير (decryption) هو عملية عكسية لعملية التشفير حيث يتم تحويل الرسالة المشفرة إلى المعلومات الأصلية.

(3) الضغط وفك الضغط Compression and decompression

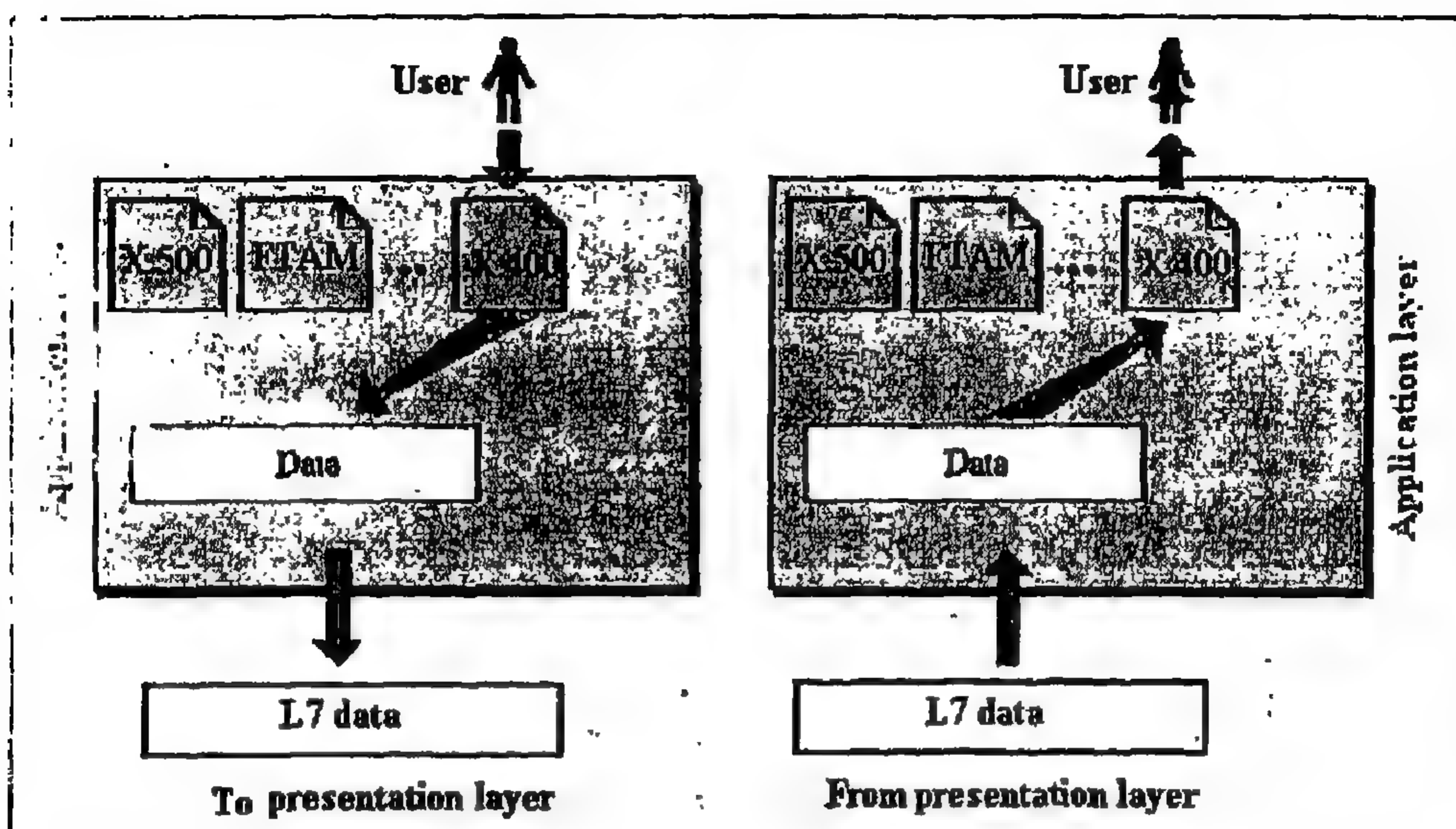
ضغط البيانات تتم في جهاز الإرسال برض تقليل عدد bits المرسلة. عملية ضغط البيانات تكون هامة جدا في حالة التعامل مع الوسائط المتعددة (إرسال صوت وصورة ونصوص كتابية)

فك الضغط تتم في جهاز الاستقبال بغرض الحصول على البيانات في صورتها الحقيقية

7.4.7 طبقة التطبيقات Application Layer

طبقة التطبيقات (Application layer) تمكن المستخدم (أشخاص أو برامج) من الدخول إلى مصادر الشبكة (access to network resources) كما أنها تستخدم لدعم خدمات الشبكة مثل البريد الإلكتروني (electronic mail) ونقل الملفات (file transfer) والمشاركة في إدارة قواعد البيانات وأنواع أخرى من خدمات المعلومات الموزعة. الشكل رقم 23 يوضح الارتباط بين طبقة التطبيق

(application layer) وكلا من user (أشخاص أو برامج) وطبقة التقديم (presentation)



شكل 23: الارتباط بين طبقة التطبيق (application layer) وكلا من المستخدم (user) (أشخاص أو برامج) وطبقة التقديم (presentation)

من بين تطبيقات الشبكة المتعددة يوضح شكل 23 ثلاث تطبيقات فقط: X.400 خدمات التعامل من الرسائل (Message handling services) و X.500 خدمات الدليل (directory services) و خدمات نقل الملفات وإدارة والدخول على الملفات (file transfer, access and management). المستخدم في هذا المثال يستخدم X.400 لإرسال رسالة بريدية (e-mail) مع ملاحظة عدم إضافة header أو trailer عند طبقة التطبيق. طبقة التطبيقات تحتوي على أنواع مختلفة من البروتوكولات الشائعة الطلاب بواسطة المستخدمين

مهام طبقة التطبيق (Application layer)

تختص طبقة التطبيق بالمهام التالية:

1) نقل وإدارة والدخول على الملفات

File transfer, access, and management (FTAM)

هذا التطبيق يمكن المستخدم من الدخول على الملفات (file access) الموجودة في remote computer لأجراء قراءة أو تغيير أو استرجاع الملفات (file retrieving) من remote computer وكذلك إدارة أو التحكم في ملفات remote computer

2) خدمات البريد Mail Services

هذا التطبيق خاص بإرسال الرسائل الالكترونية وتخزينها

3) خدمات الدليل Directory Services

هذا التطبيق خاص بمصادر قواعد البيانات الموزعة والدخول على مواقع المعلومات وبصور عامة فان طبقة التطبيق توفر خدمات الشبكة للمستخدمين مثل نقل الملفات ونقل الرسائل والبريد الالكتروني وخدمات الطباعة وخدمة الدخول إلى قواعد البيانات وشبكات الأخبار وخدمات الدليل وكذلك الدخول على قواعد البيانات وإدارتها بالإضافة إلى تأمين الربط بين تطبيقات المستخدم وخدمات الشبكة كما إنها تمثل واجهة الاتصال مع المستخدمين وتتحكم في الاتصال بين تطبيقات الحاسب المختلفة

ملخص أنشطة ومهام طبقات نموذج التبادل المفتوح Summary of duties

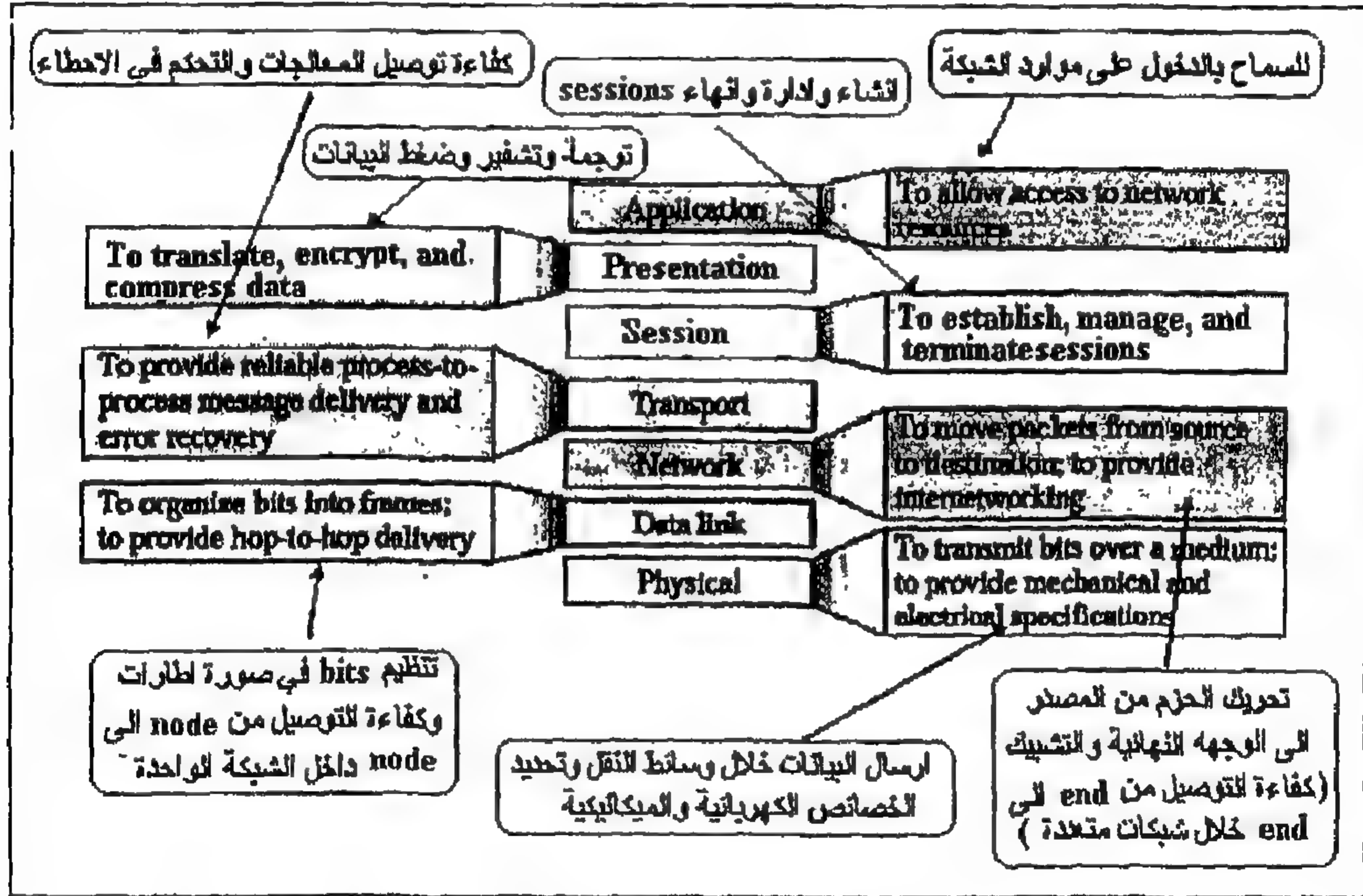
الشكل رقم 24 يوضح ملخصاً للنشطة والمهام التي تتم على البيانات خلال طبقات

OSI

TCP/IP Protocol Suite (7.5)

(Transmission Control protocol / Internetworking Protocol)

درسنا فيما سبق OSI model وعلمنا أنه نموذج قياسي لتقسيم الوظائف الخاصة بعملية الاتصالات. لعدة سنوات مضت كانت معظم الأبحاث في اتجاه تطوير OSI model من خلال تطوير البروتوكولات والوظائف عند كل طبقة وفي عام 1990 تم إنشاء TCP/IP كبناء تجاري. من أهم مزايا TCP/IP مقارنة OSI model أن الإنترنت تم إنشاؤه على أساس TCP/IP suite وبالتالي فإن النمو المذهل في تطبيقات الإنترنت وبخاصة في World-Wide Web (WWW) قوى من غلبة TCP/IP على OSI. في الجزء التالي سيتم دراسة TCP/IP suite وهو النموذج المستخدم تجارياً وبخاصة في الإنترنت وتطبيقاته



شكل 24: ملخص للأنشطة والمهام التي يتم على البيانات خلال طبقات OSI

TCP/IP يتكون من خمس طبقات

- 1) Application layer
- 2) Host-to-host, or transport layer
- 3) Internet layer
- 4) Network access layer
- 5) Physical layer

1) الطبقة المادية Physical layer

تعتبر Physical layer هي السطح البيئي بين أجهزة الاتصال (حاسبات) ووسط الإرسال (Transmission medium) وتختص هذه الطبقة بتحديد خصائص وسط الإرسال (Transmission medium) وطبيعة الإشارات (Signaling) المرسلات ومعدل سريان البيانات (data rate) وعمليات التشفير

2) طبقة الدخول على الشبكة Network Access Layer

تختص هذه الطبقة بتبادل البيانات بين end system والشبكة الملحقة به الداخلية (subnetwork). جهاز الإرسال (Sending device) يجب أن يزود الشبكة بعنوان جهاز الوجهة النهائية (destination device) وذلك لتمكين الشبكة من تسيير (routing) البيانات حتى الوجهة النهائية المقصودة. بصفة عامة تختص هذه الطبقة بإذن الدخول (access to) على الشبكة وأيضا بتسيير (routing) البيانات خلال بين (two ends) المتصلين بنفس الشبكة

3) طبقة الانترنت Internet layer

تختص هذه الطبقة بتسيير (routing) للبيانات بين (two ends) المتصلين بعدة شبكات من خلال وجود routers. يستخدم (IP) Internet protocol عند هذه الطبقة للمساعدة في عملية التسيير (routing) خلال الشبكات المتعددة. هذا البروتوكول ينفذ (implemented) ليس فقط في end systems ولكن أيضا في Routers

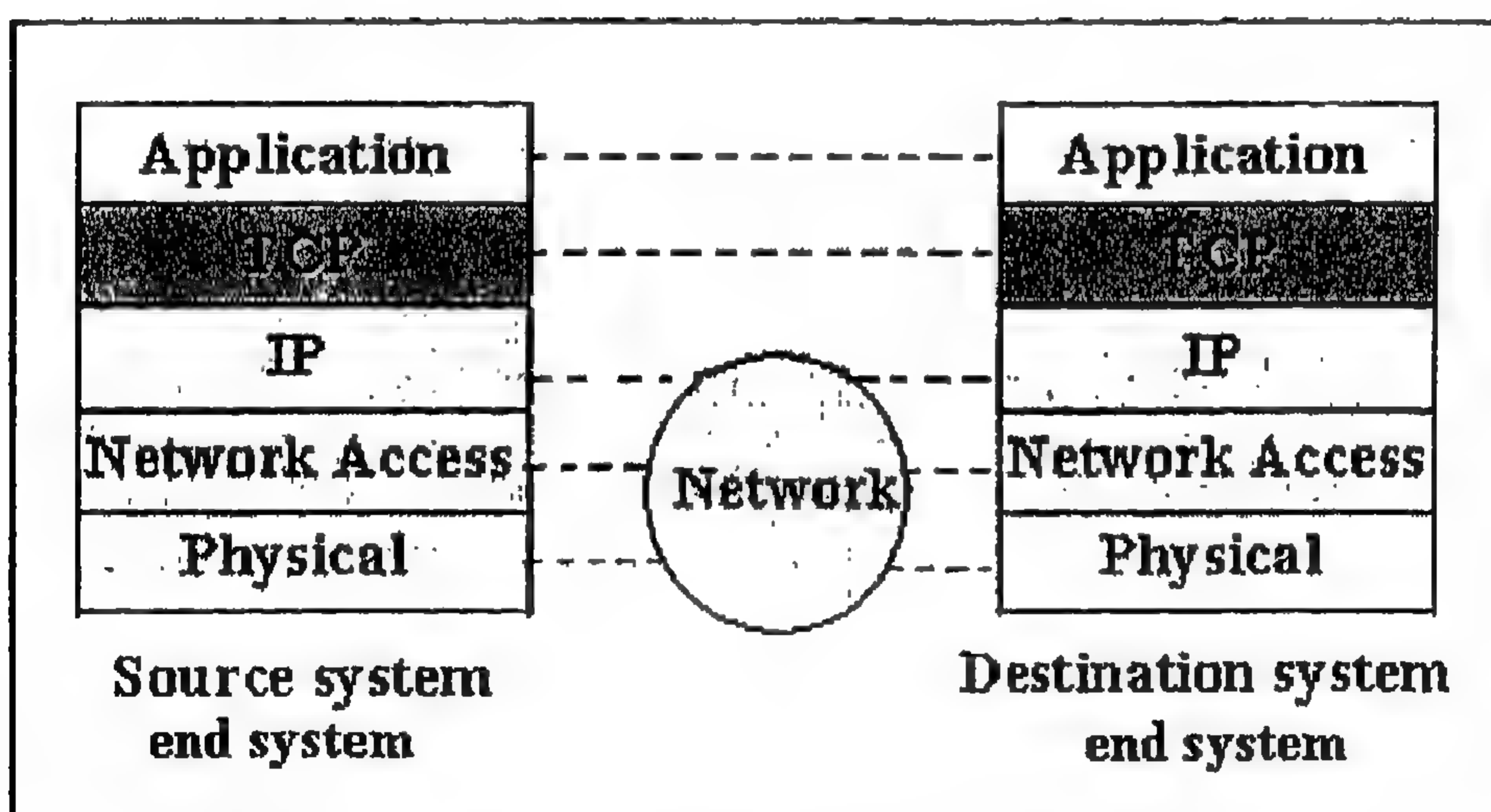
4) طبقة النقل Host-to-Host layer (Transport layer)

تهتم هذه الطبقة بسلامة وصول البيانات إلى الوجهة النهائية وأيضا وصول البيانات بترتيب سليم من خلال وجود ميكانيزم مخصص لذلك أي أنها تختص بخدمات سلامة نقل البيانات بين طرفي البداية والنهاية (provides reliable end-to-end data

transfer). لا تهتم هذه الطبقة بتفاصيل المعلومات عن الشبكات الآتية من Application layer . يستخدم Transmission Control protocol (TCP) عند هذه الطبقة لتحقيق الوظائف السابقة

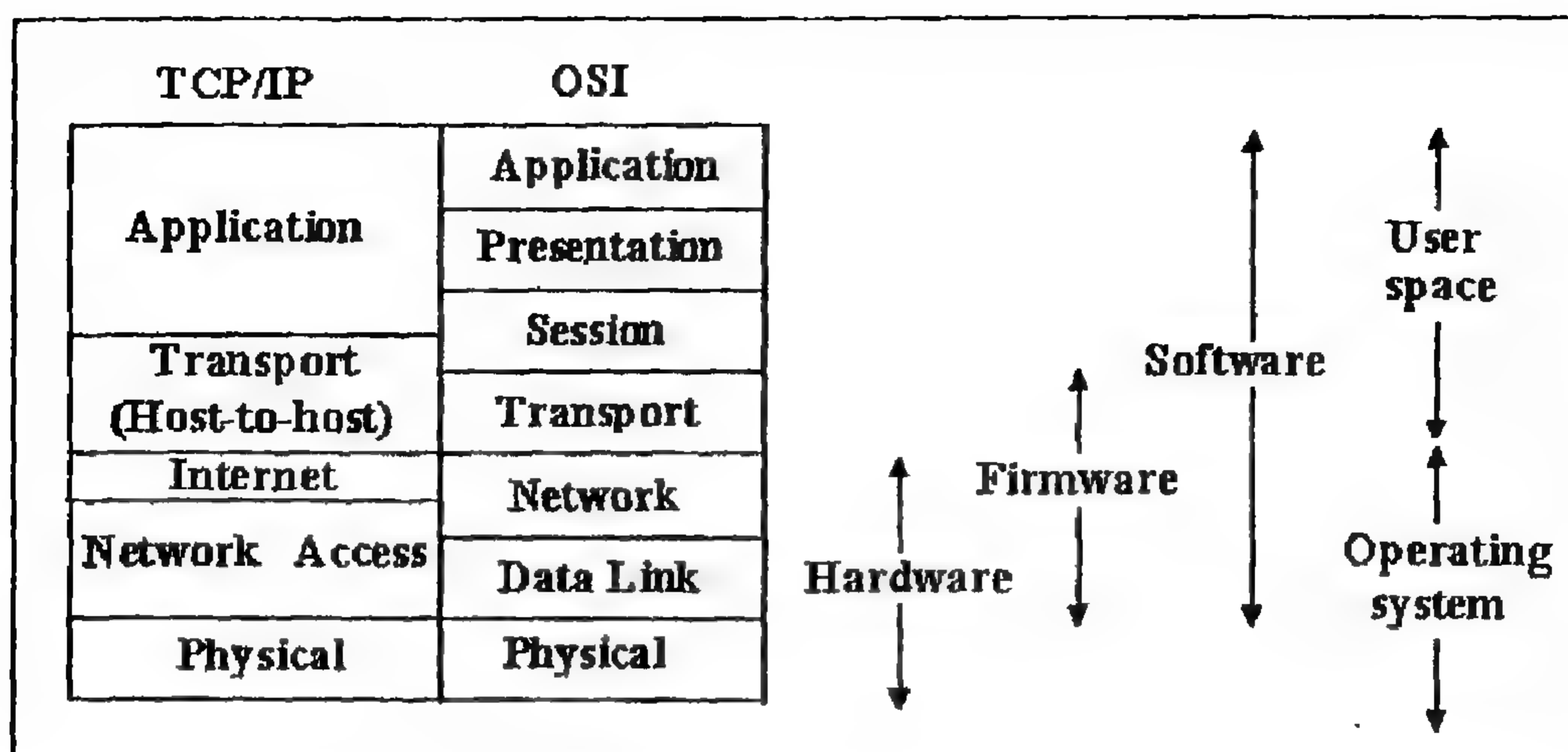
(5) طبقة التطبيق Application Layer

تستخدم هذه الطبقة لدعم التطبيقات الخاصة بالمستخدم. الشكل رقم 25 يوضح كيفية تنفيذ TCP/IP protocols في end systems . Physical and network layers تختص بالربط والتفاعل (interaction) بين end system والشبكة بينما طبقتي transport and application تدعم التفاعل (interaction) بين two end systems لاحتوائهما على بروتوكولات end-to-end protocols . Internet layer تتمتع بالخاصيتين السابقتين . حيث انه عند هذه الطبقة the end system يسير المعلومات إلى الشبكة وأيضا يختص ببعض الوظائف بين two end systems



شكل 25 : كيفية تنفيذ TCP/IP protocols في end systems

الشكل رقم 26 يوضح طبقات OSI architecture و TCP/IP و الوظائف المشتركة بالإضافة إلى وسيلة تنفيذ وظائف الطبقات المختلفة



شكل 26: طبقات TCP/IP and OSI architecture والوظائف

المشتركة بالإضافة إلى وسيلة تنفيذ وظائف الطبقات المختلفة

عملية الاتصالات تكون غالبا بين عدة شبكات متصلة بواسطة routers or gateways. تستخدم Network access protocol مثل token ring في ربط الحاسب بالشبكة الفرعية المتصلة به. هذا البروتوكول يمكن host من إرسال data خلال الشبكة الفرعية إلى host آخر أو إلى router إذا كان host في شبكة فرعية أخرى. IP ينفذ في كل من end systems و routers ويعمل كبديل (relay) لتحريك block of data من one host إلى host آخر (خلال router واحد أو أكثر).

TCP ينفذ فقط في end users فهو يهتم بوصول block of data إلى التطبيق المخصص في الوجهة النهائية بدقة تامة. TCP يسمى أحيانا host-to-host protocol لكي تكون عملية الاتصال جيدة يجب أن يكون لكل entity (application) في أي نظام (system) عنوان وحيد داخل هذا النظام (global inside the system only).

كما ذكرنا من قبل يوجد مستويان للعنونة (addressing)

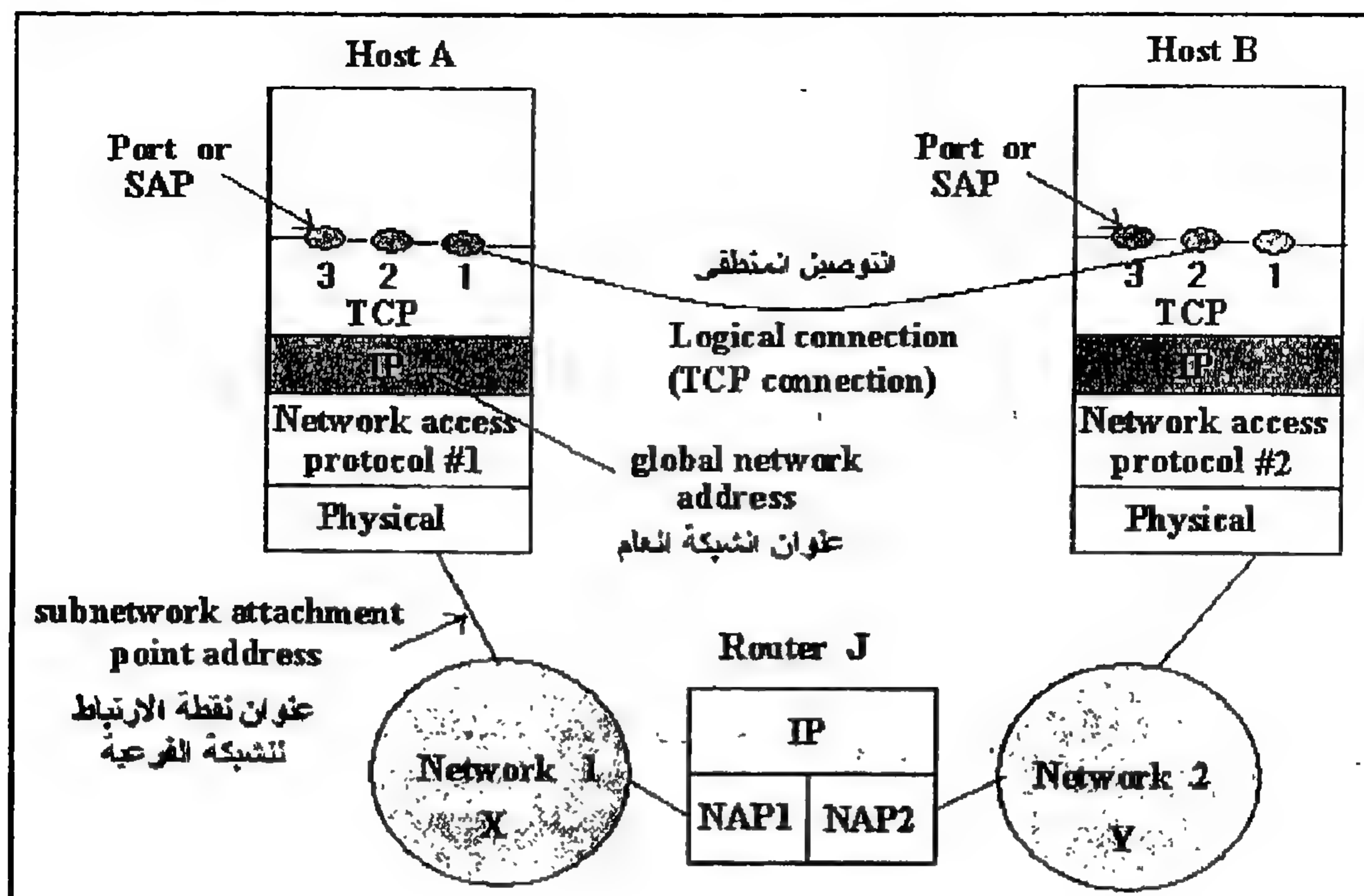
- (1) كل host على subnetwork يجب أن يكون له عنوان عام وحيد (unique global internet address) والذي يسمح للبيانات من الانتقال خلال الشبكة أو الشبكات حتى يصل إلى host المطلوب (proper host)
- (2) كل process داخل host يجب أن يكون له عنوان وحيد خلال host والذي يسمح TCP (host-to-host protocol) من توصيل البيانات إلى process المطلوب (proper process)

7.6 تشغيل بروتوكول TCP/IP : OPERATION OF TCP/IP

الشكل 26 يوضح كيفية تشكيل بروتوكولات TCP/IP لعملية الاتصالات.

الخطوات التالية توضح عمل TCP/IP

- (1) بفرض أن process المصاحب للـ port 1 في host (A) يرغب في إرسال رسالة إلى process آخر مصاحب للـ port 2 في host (B)
- (2) Process عند A يناول (hand) الرسالة لأسفل إلى TCP بتعليمات لإرسالها إلى host (B) و Port 2
- (3) TCP يناول (hand) الرسالة لأسفل إلى IP بتعليمات لإرسالها إلى Host B. مع ملاحظة أن IP لا يحتاج لأخباره عن (destination port) port 2 وكل ما يحتاجه هو معرفة أن البيانات ستُرسل إلى host B (أي أنه يكون معني فقط host B)
- (4) IP يناول الرسالة لأسفل إلى network access layer (Ethernet logic) بتعليمات لإرسالها إلى Router X (أول وثبة hop في الطريق إلى host B)



شكل 26: تشكيل بروتوكولات TCP/IP لعملية الاتصالات.

للتحكم في العملية السابقة يجب أن يكون هناك معلومات تحكم (headers) تضاف إلى البيانات المراد إرسالها (user data).

لنفترض أن sending process تقوم بتوليد block of user data وتمررها إلى TCP. TCP غالبا ما تقوم بتقطيع هذا block من user data إلى قطع صغيرة (PDU) لتكون أسهل في المعالجة والحفظ والإرسال. في كل قطعة يقوم TCP بإحاطة control information تسمى TCP header وبالتالي يتم تشكيل TCP segment من (PDU + TCP header). حيث أن TCP header يستخدم بواسطة TCP protocol في entity (process) المناظر عند Host B

البنود الموجودة في TCP header هي :

(1) مرفأ الوجهة النهائية Destination port

عندما يستلم TCP entity عند Host B الشريحة المرسل (segment) يجب أن يعرف لمن سيتم توصيل هذه الشريحة

(2) ترقيم القطع المتوالي Sequence number

TCP تقوم بترقيم segments حتى يتم استلامها بصورة مرتبة عند Host B

(3) الاختبار الجمعي Checksum

TCP header يحتوي على code يستخدم في تحديد الأخطاء

بعد ذلك يناول TCP كل segments إلى IP بتعليمات لأرسالها إلى Host B. هذه segments يتم إرسالها إلى Host B خلال شبكة فرعية (subnetwork) واحدة أو أكثر وتمر على router واحد أو أكثر وبالتالي لأجراء هذه العملية يتطلب وجود معلومات تحكم ولهذا فإن IP يلحق IP header كمعلومات تحكم لكل segment وبذلك يتم تشكيل ما يسمى IP datagram. مثال لأحد العناصر المخزنة في IP header هو عنوان destination host (B في المثال السابق) في النهاية كل IP datagram تعرض على network access layer لإرسالها إلى عبر أول شبكة فرعية. Network access layer تقوم بإلحاق header خاص بها وبذلك يتم تكوين ما يسمى Packet أو frame. هذا Packet يتم إرساله إلى router (J) من خلال الشبكة الفرعية (X) Packet header يحتوي على المعلومات التي تحتاجها الشبكة الفرعية (subnetwork) لنقل البيانات خلالها. أمثلة للبند الموجودة في Packet header هي:

(1) عناوين الشبكة الفرعية للوجهة النهائية

Destination subnetwork address

Subnetwork يجب أن تعرف لأي جهاز متصل بهذه الشبكة سيتم إرسال هذا packet

(2) التسهيلات المطلوبة Facilities requests

Network access protocol ربما يطلب استخدام تسهيلات محددة للشبكة مثل priority

عند Router يتم إزالة packet header ويتم اختبار IP header على أساس destination-address information الموجودة في IP header فان IP module في router يوجه datagram خارج الشبكة الفرعية (Y) إلى host B ولفعل ذلك فان datagram يزود لها مرة أخرى ب network access header .
عندما يستقبل B البيانات فانه تتم عملية عكسية لما سبق. حيث أنه عند كل طبقة يزال Header المناظر والجزء الباقي سينتقل إلى الطبقة الأعلى حتى يتم وصول original user data إلى destination process

(7.7) ملحوظات عامة على TCP/IP and OSI architectures

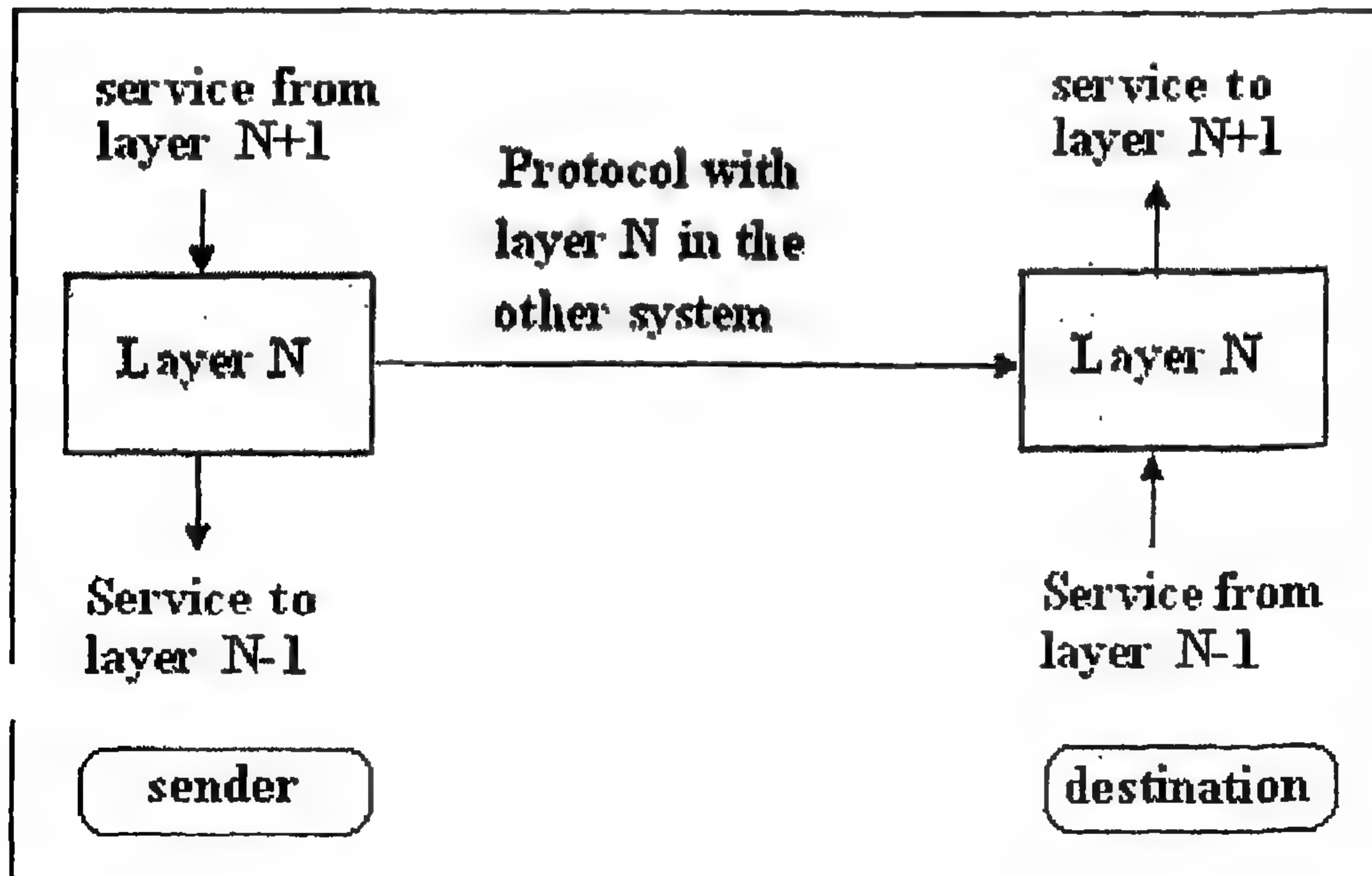
- (1) خلال application layer يكون لدينا user data
- (2) الطبقة التي تلي application layer تقوم بتقسيم user data إلى مجموعة من blocks (PDUs-Protocol data unit)
- (3) كل طبقة تالية تعتبر المعلومات الآتية من الطبقة السابقة (header + PDU) على أنها وحدة واحدة أو أنها PDU وتضيف إليها header الخاص بها
- (4) تقسم جميع الوظائف (Functions) الخاصة بالاتصالات إلى مجموعات من الوظائف ذات العلاقة ويتم اعتبار وجود مجموعة من layers وكل layer تقوم بمجموعة مرتبطة من هذه الوظائف
- (5) Header الذي يتم إضافته بواسطة بعض الطبقات يكون له علاقة بالطبقة المناظرة (peer-to-peer layer) في جهاز الاستقبال

(6) تتعامل الطبقات (presentation, session, transport, and network) مع block (data + header) عدا الطبقة data link التي تتعامل مع frames يحتوي على (header + trailer + data)

(7) كل طبقة يمكن أن تقسم data unit الآتية من الطبقة السابقة لها وذلك للتكيف من متطلبات البروتوكولات الموجودة في هذه الطبقة. مع العلم أن data unit يعاد تجميعها في الطبقة المناظرة لها في جهاز الاستقبال وذلك قبل التعامل معها

(8) البروتوكولات المصاحبة للطبقات تكون معنية بالطبقة المناظرة لها في جهاز الاستقبال

الشكل رقم 27 يوضح peer-to-peer خلال الطبقات المتجاورة داخل الجهاز الواحد و peer-to-peer بين الطبقات المتناظرة خلال source and destination



شكل 27 : peer-to-peer خلال الطبقات المتجاورة داخل الجهاز الواحد و peer-to-peer بين الطبقات المتناظرة خلال source and destination

(9) يوجد في كل طبقة ثلاثة معايير

(a) مواصفات البروتوكول (protocol specifications) ويشتمل على:
تشكيل PDU والذي يعرف syntax و ملول كل قسم داخل PDU والذي
يعرف semantic

(b) تحديد الخدمات والوظائف للطبقة التالية (service definition)

(c) العنونة (addressing)

7.8 وصف مبسط لبعض البروتوكولات

SOME PROTOCOLS BREIF DESCRIPTION

1) Simple Mail Transport Protocol (SMTP)

يزود بالتسهيلات الأساسية ل electronic mail. يزود بمكانيزم خاص بنقل الرسائل بين separate hosts. مزاي SMTP أنه يشتمل على return mailing list , receipt, and forwarding. بمجرد تخليق الرسالة فإن SMTP يقبل الرسالة ويستخدم TCP لإرسالها إلى SMTP module في another host. Target SMTP module يستخدم local electronic mail package لتخزين الرسالة القادمة في user's mailbox

2) File Transfer Protocol (FTP)

يستخدم في إرسال الملفات من system إلى system آخر طبقاً لأوامر المستخدم. عندما يطلب المستخدم نقل ملفات فإن FTP ينشأ TCP connection إلى target system من أجل تبادل control message وهذا يسمح بإرسال user ID, and password

ويسمح للمستخدم من تحديد الملف والعمليات المطلوبة له. بمجرد التصديق على file transfer فإنه يتم إنشاء second TCP connection لنقل الملفات

3) TELENT

تزود بإمكانية remote log-on حيث أنها تمكن المستخدم على terminal or personal computer (PC) من عمل log-on إلى remote computer

EXERCISES

(1) ضع علامة ✓ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة مع تعديل العبارات الغير صحيحة

- ISO هو نموذج لفهم و تصميم الشبكات وليس بروتوكولا
- OSI هو المنظمة العالمية للقياسات
- OSI يصنف العمليات المختلفة المطلوبة في الشبكات إلى سبع طبقات وظائفها مترابطة. كل واحدة منهم تحتوي على عدة نشاطات أو عمليات للشبكة أو المعدات أو البروتوكولات المستخدمة لحركة المعلومات عبر الشبكة
- الواجهات بين كل طبقتين تستخدم لنقل المعلومات والبيانات بين الطبقات
- كل طبقة تحدد ما هي المعلومات والخدمات التي تقدمها الطبقة إلى التي تليها
- الطبقات الثلاث العليا تستخدم لدعم خدمات الشبكة
- الطبقات الثلاث السفلى تستخدم لدعم المستخدم
- يتم تنفيذ أنشطة الطبقات السفلى بواسطة البرامج
- الطبقات العليا تسمح بتبادل العمليات والتداخل بين نظم البرامج المنفصلة

○ تتعامل الطبقات السفلى مع الجوانب المادية لتحريك البيانات من جهاز إلى جهاز آخر (مثل مواصفات كهربائية، التوصيلات المادية والعنونة المادية و تنظيم النقل و تحديد الصلاحية

○ تنفذ أنشطة الطبقات العليا بواسطة اتحاد البرامج و المعدات

○ الطبقة المادية (Physical layer) تنفذ وظائفها من خلال المعدات (hardware)

○ طبقة الربط Data link layer تهتم بكفاءة الاتصال بين المرسل والمستقبل (end-to-end reliability)

○ طبقة النقل Data link layer تهتم بكفاءة الاتصال بين أجهزة الرابط الواحد (point-to-point reliability)

○ عند إرسال البيانات عبر الشبكة فإنها تمر خلال السبع طبقات وكل طبقة تضيف Header قبل تمرير البيانات إلى الطبقة التالية

(2) رتب العمليات التالية

○ تبدأ العملية من الطبقة السابعة (application layer) التي ترتبط بالمستخدم

ثم تنتقل إلى عمليات الطبقة التي أسفل منها ثم في النهاية إلى الطبقة المادية

(Physical layer) التي ترتبط بوسط الإرسال

○ تتحرك الرسالة لأعلى خلال طبقات OSI للمستقبل

○ بعد وصول الإشارة إلى وجهتها تنتقل إلى الطبقة الأولى في طبقات الوجهة

لتنحول إلى رسالة رقمية

○ عند انتقال الرسالة إلى الطبقات المتتالية يتم استخلاص الرأس والذيل في نفس

الطبقات المناظرة لطبقات الإرسال ويتم إجراء العمليات المناسبة في كل

طبقة

○ في كل طبقة (عدا الطبقة الأولى والسابعة) يتم إضافة رأس للبيانات المرسل

○ في الطبقة الثانية يتم إضافة ذيل إلى البيانات

- تتحرك البيانات حتى تصل إلى الطبقة السابعة في صورة ملائمة لطبقة التطبيق وتكون في صورة ملائمة للمستلم
- تقوم الطبقة الأولى (Physical layer) بتحويل الرسالة الرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي (كابلات أو microwave)
- (3) حدد الطبقة التي تقوم بكل من الوظائف التالية
 - تحدد خصائص الطبقة البينية (interface) بين الأجهزة ووسط الإرسال
 - تحدد خصائص ونوع وسط الإرسال
 - تحدد نوع التشفير الذي سيتم إجراؤه على bits
 - تحدد سرعة إرسال البيانات (عدد bits في الثانية لواحدة) وتحدد أيضا المسافة بين bits
 - تحدد كيفية تزامن نبضات الإرسال والاستقبال
 - تتعلق بكيفية توصيل الأجهزة بالوسط (داخل الشبكة): هل هو:
 - تحدد كيفية توصيل الأجهزة لتكوين الشبكة (ring, bus, mesh, star, tree or hybrid)
 - تحدد اتجاه الإرسال بين الأجهزة (Simplex, half duplex and full duplex)
 - تقسم هذه الطبقة سبل bits الآتية من طبقة الشبكة (network layer) إلى وحدات صغرى (إطارات - frames)
 - مسنولة عن التوزيع بين المصدر والوجهة النهائية للحزم التي تنتقل عبر شبكات متعددة (مسارات متعددة)
 - مسنولة عن التوزيع للحزم بين جهازين داخل نفس الشبكة.
 - تقوم باختيار أفضل المسارات داخل الشبكة
 - مسنولة عن تحديد سلامة المعلومات المنقولة خلال الشبكة الواحدة

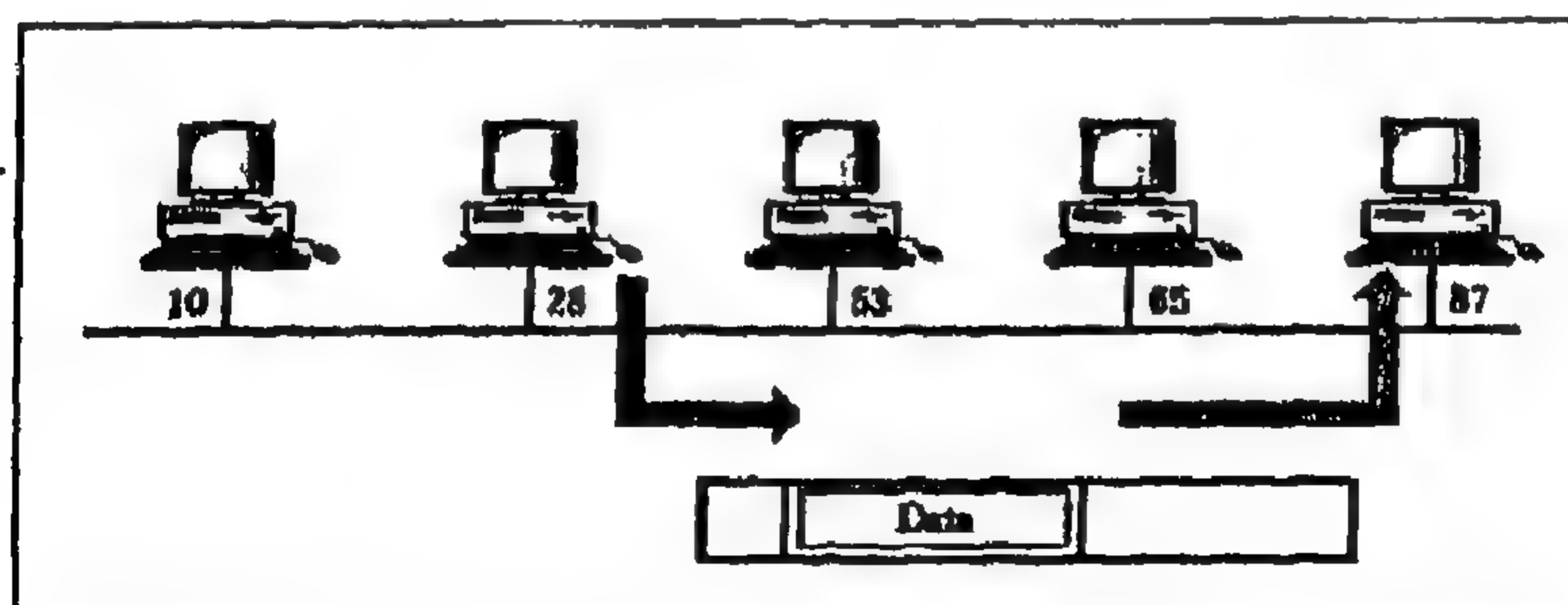
- مسؤولة عن تسليم الرسالة من جهاز إلى جهاز node-to-node delivery
- تقوم بتنسيق الرزم المقدمة إلى الطبقة المادية physical layer والتحكم في تدفق البيانات وكذلك إعادة البيانات التي تعرضت للتلف
- تجعل الرسائل الآتية من الطبقة المادية (physical layer) خالية من الأخطاء قبل توصيلها إلى طبقة الشبكة (network layer) التي فوقها
- تقوم بتقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة Frames (إطارات) وتضيف إليها الرأس (Header) والذيل (trailer) والتي تحتوي على معلومات تحكم للتأكد من خلو Frames من الأخطاء
- تقوم بتوجيه الرسالة نحو العنوان الصحيح وذلك لوجود بروتوكول IP بها
- تقوم بإضافة رأس وذيل إلى كل إطار لتحديد العنوان المادي للمرسل وعنوان الوجهة (المستقبل)
- تضيف اعتمادية إلى الطبقة المادية بواسطة إضافة ميكانيزم لاكتشاف الأخطاء في التشكيلات وإعادة إرسال التشكيلات التي بها أخطاء أو المفقودة
- تقوم بتحويل الرسالة للرقمية (groups of bits) إلى إشارة كهرومغناطيسية لتنتقل بالتالي إلى الوسط المادي (كابلات أو microwave) وبعد وصولها إلى وجهتها تقوم هذه الطبقة بإعادة تحويل الإشارة مرة أخرى إلى الرسالة الرقمية
- تتسق الوظائف المطلوبة لإرسال bits عبر الوسط المادي
- تحدد المواصفات الميكانيكية والكهربية الخاصة بكرت الشبكة (السطح البيني) وأوساط النقل (الكابلات)
- تحدد الخطوات والمهام التي تقوم بها الأجهزة المادية والأوساط البينية (interface) لتحقيق عملية الإرسال
- تحدد كيفية اتصال الكبل بكرت الشبكة
- تستخدم ميكانيزم لمنع تكرار التشكيلات

- مسئولة عن عنوانه الرسائل وترجمة العناوين المنطقية إلى عناوين مادية تفهمها الشبكة
- تتأكد من أن كل حزمة تأتي من المصدر وتذهب إلى وجهتها النهائية
- تضيف عنوان محلي (Physical address) لتحديد كيفية السريان داخل الشبكة الواحدة
- تضيف عنوان منطقي (logical addresses) لتحديد كيفية السريان خارج الشبكة للتمييز المصدر والوجهة النهائية
- مسئولة عن تسليم البيانات بشكل سليم خالي من الأخطاء داخل الشبكة الواحدة
- تعمل على التأكد من أن المعلومات قد وصلت إلى المستقبل بدون أخطاء أو ضياع مع سلامة الترتيب
- تراقب توزيع الحزم وتتعامل مع كل حزمة بصورة مستقلة وكأنها رسائل مختلفة
- تتأكد من أن كل الحزم وصلت بصورة سليمة ومرتبّة مع مراقبة كل من التحكم في الأخطاء والسريان من المصدر إلى الوجهة
- تسمح لتطبيقات (مستخدمين) في جهازين مختلفين بالمشاركة في وصلة تسمى محادثة (إنشاء مخاطب بينهما)
- تأسس الاتصال بين الحاسبات وتقوم بمراقبة هذا الاتصال وكمية البيانات المرسلة
- تضيف رأس إلى الحزمة الآتية من الطبقة الأعلى تحتوي على العناوين المنطقية للمصدر والوجهة النهائية
- أحد أغراضها تنظيم السريان بواسطة استخدام (router and gateway)
- تهتم بكفاءة النقل من المصدر إلى الوجهة النهائية Source-to-destination delivery

- تهتم بكفاءة النقل بين جهازين على رابط واحد داخل الشبكة node-to-node delivery
- تهتم بكفاءة النقل بين عمليتين (two process) داخل جهازين process-to-process delivery
- تفصل بين الطبقات الموجهة للمستخدم (الطبقات العليا) والطبقات الموجهة للشبكة (الطبقات السفلى)
- أحيانا تقوم بالتحقق من كلمات المرور عند إنشاء الاتصال
- تتحكم في محادثات الشبكة
- تؤسس وتحافظ وترامن التفاعل بين أنظمة الاتصال
- تعمل نقاط اختبار على طول الإرسال للعودة إليها مرة أخرى بعد حدوث أي سقوط أو انهيار
- تعمل على ترجمة وتشفير وضغط البيانات
- تحتوي على أنواع مختلفة من البروتوكولات الشائعة الطلب بواسطة المستخدمين
- تؤمن الربط بين تطبيقات المستخدم وخدمات الشبكة
- تمثل واجهة الاتصال مع المستخدمين وتتحكم بالاتصال بين تطبيقات الحاسب
- توفر خدمات الشبكة للتطبيقات مثل نقل الملفات وخدمات الطباعة وخدمة الدخول إلى قواعد البيانات
- هي الطبقة التي تزود برامج الشبكة مثل قواعد البيانات والبريد الإلكتروني بإمكانية الوصول إلى الشبكة وهي الطبقة التي تتواصل مع Directory Services و Directory Active.
- عملها الأساسي ينحصر في التأكد من أن المعلومات المرسلة في الشبكة تستخدم نفس ترميز الأبجدية وتقوم أيضا بتشفير البيانات وضغطها.

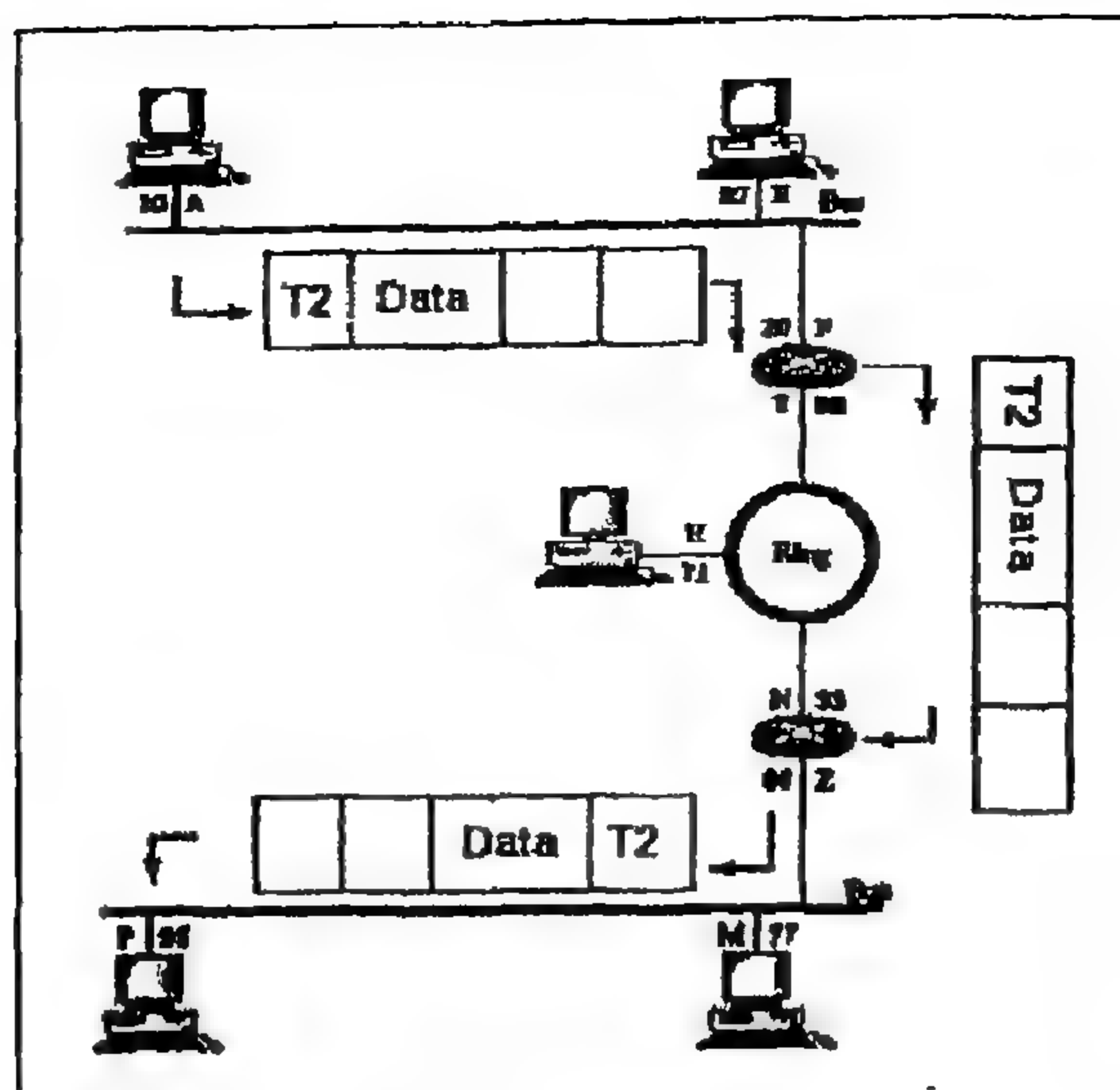
- عمل هذه الطبقة يشبه عمل السكرتير إذا طلب منه المدير أن يقوم بالاتصال بأحد الأشخاص فإن وجده حول له الخط... فهذه الطبقة تقوم بنفس العمل إذ تأسس الاتصال بين الحاسوبيين وتقوم بمراقبة هذا الاتصال وكمية البيانات المرسلة وأحيانا تقوم بالتحقق من كلمات المرور عند إنشاء الاتصال.
- هي الطبقة التي تنقل البيانات وتكون مسئولة عن تسليمها بشكل سليم خالي من الأخطاء وتقوم بتقسيم المعلومات إلى أجزاء صغيرة، وهي أيضاً التي تقوم بالتجميع في الجهاز المستقبل وهي المسئولة عن إشعار الإرسال من الحاسوب المستقبل بأن الشحنة تم استلامها بدون أخطاء.
- تقوم هذه الطبقة باختيار أفضل الطرق التي يتوجه منها الإرسال وذلك حسب حركة المرور في الشبكة Traffic Load وتقوم أيضاً بالتوجيه للعنوان الصحيح إذ يوجد في هذه الطبقة بروتوكول (IP).
- تقوم هذه الطبقة بتنسيق الرزم المقدمة لطبقة Physical والتحكم في التدفق الحاصل للبيانات وإعادة إرسال البيانات التي تتعرض للتلف.
- هي الطبقة المسئولة عن تحويل البيانات القادمة من الحاسوب على شكل متوازي إلى شكل تسلسلي تمهيدا لإرسالها خلال وسط الإرسال

(4) حدد العناوين المادية في الإطار التالي

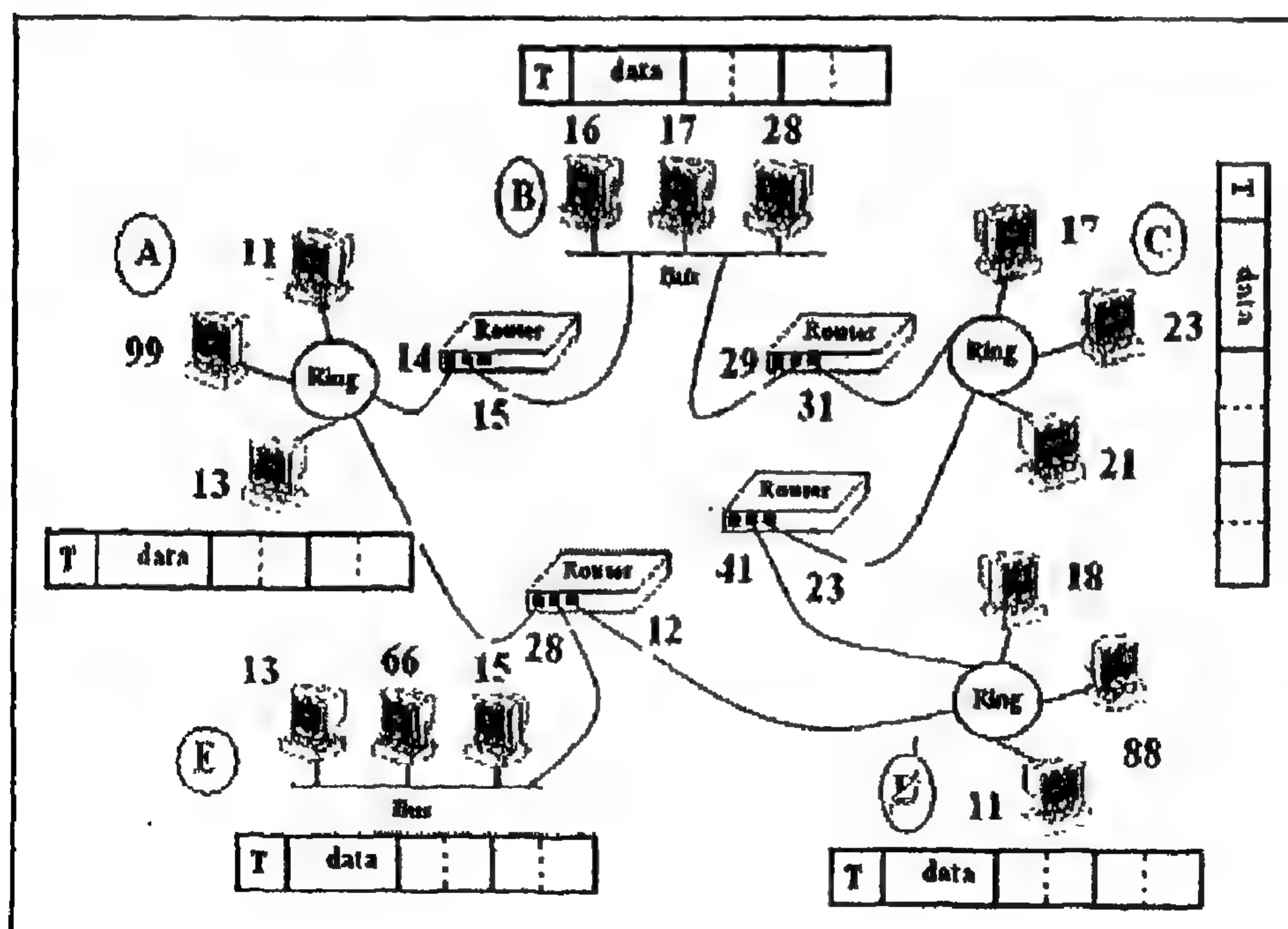


(5) حدد العناوين المنطقية والمادية للإطار أثناء انتقاله داخل الشبكات الموضحة في

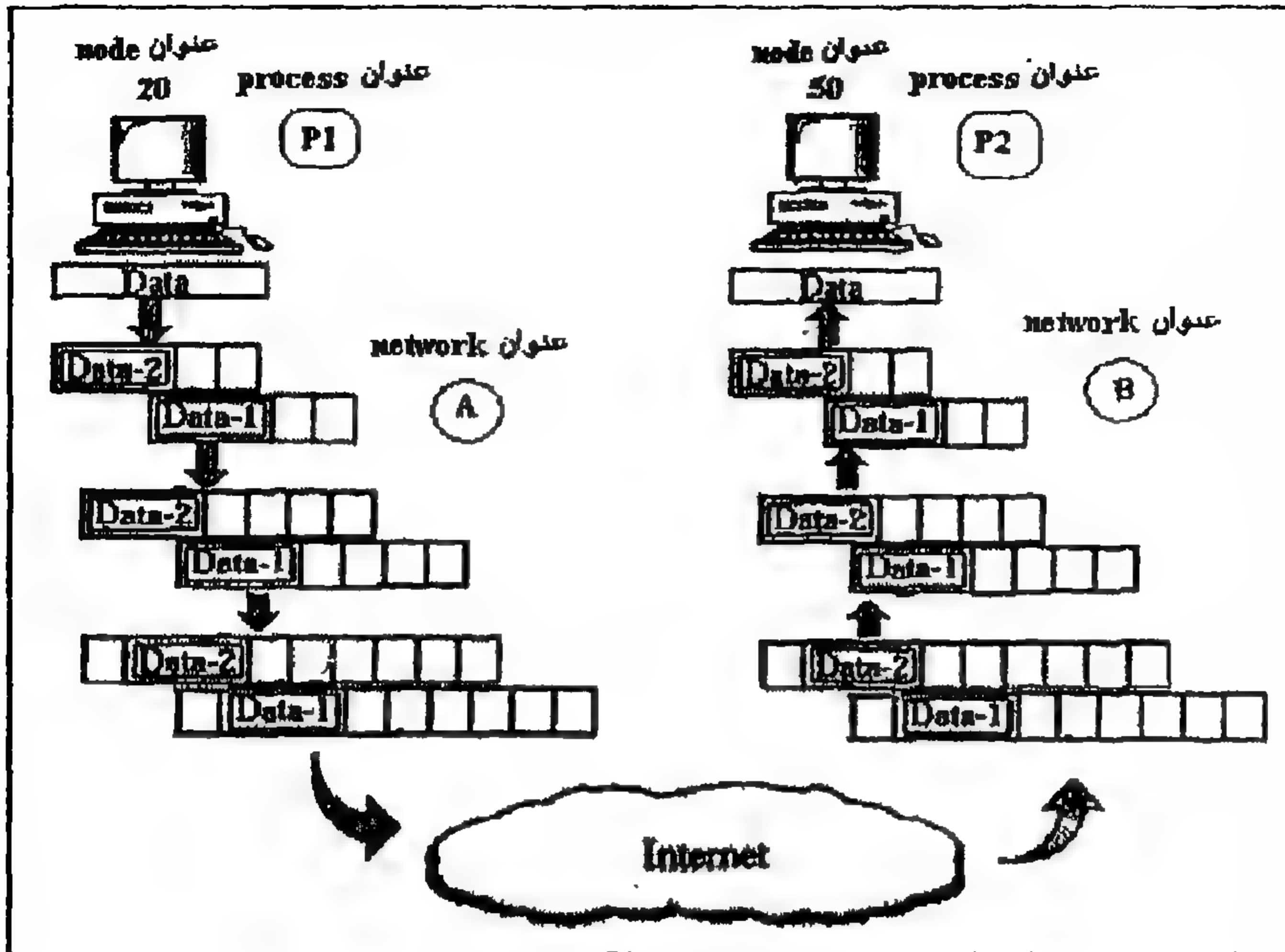
الشكل التالي



(6) حدد أفضل مسار لإرسال معلومات من الجهاز الذي عنوانه المادي 99 في الشبكة A إلى الجهاز الذي عنوانه المادي 21 في الشبكة C. حدد العناوين المنطقية والمادية للإطارات أثناء سريانها داخل هذا المسار.



(7) حدد العناوين المنطقية والمادية والعملية للإطارات التالية مع تحديد مسمى الطبقة مع كل إطار وكذلك عدد الشبكات



الفصل الثامن

تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء

ERROR DETECTION AND CORRECTION TECHNIQUES

8.1 مقدمة

عملية نقل الرسائل والمعلومات من جهاز إلى جهاز آخر يجب أن تكون خالية تماما من الأخطاء وبالتالي فإن صحة المعلومات أو الرسائل تعني أنه لا يوجد أخطاء في المعلومات والرسائل المستقبلية عند الوجهة النهائية للإشارة. هذا يعني أن المعلومات والرسائل عند الوجهة النهائية مطابقة تماما للمعلومات والرسائل عند المصدر المعلومات والرسائل يمكن أن يحدث لها إفساد خلال عملية الإرسال نتيجة عوامل عديدة منها الضوضاء (noise) والتشويه (distortion) والتداخل (interference).

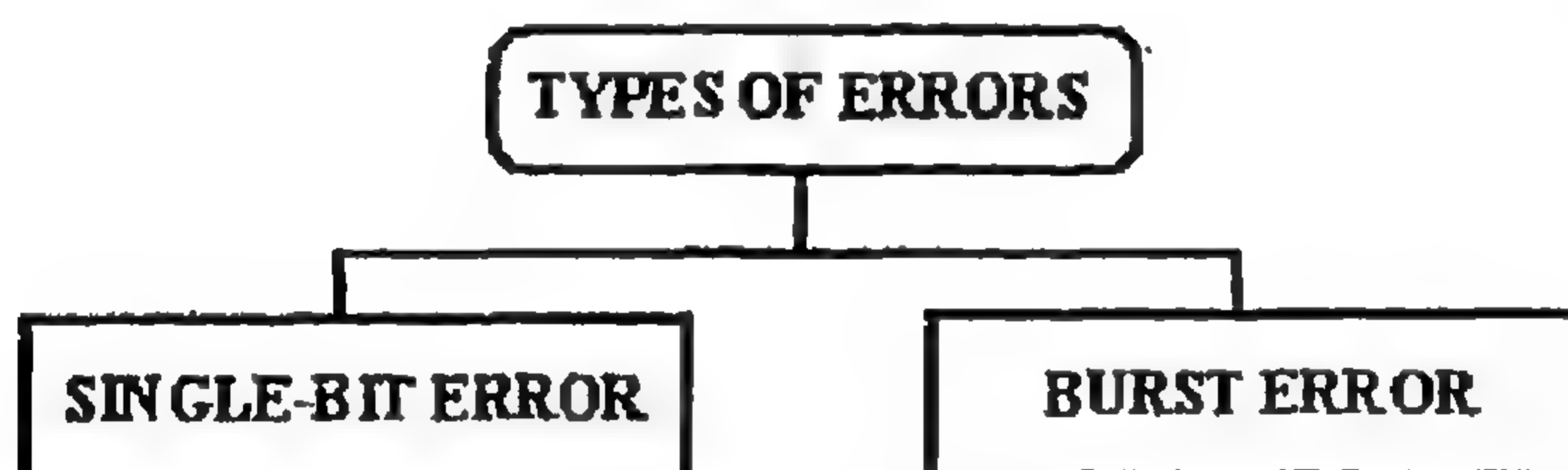
لضمان فاعلية ودقة نظام الاتصال يجب اكتشاف الأخطاء في المعلومات والرسائل وإصلاحها من خلال تقنيات تسمى تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (error detection and correction techniques). اكتشاف وإصلاح الأخطاء يتم خلال طبقتي الربط والنقل (data link and transport layers) وهما من طبقات نموذج OSI

8.2 أنواع الأخطاء TYPES OF ERRORS

سنعتبر خلال هذا الفصل أن لدينا إشارات رقمية مشفرة (digital encoded signals). هناك نوعان من الأخطاء:

(a) خطأ في bit واحد (single-bit error): حيث أنه يتم تغيير قيمة bit واحد فقط من 0 إلى 1 أو العكس

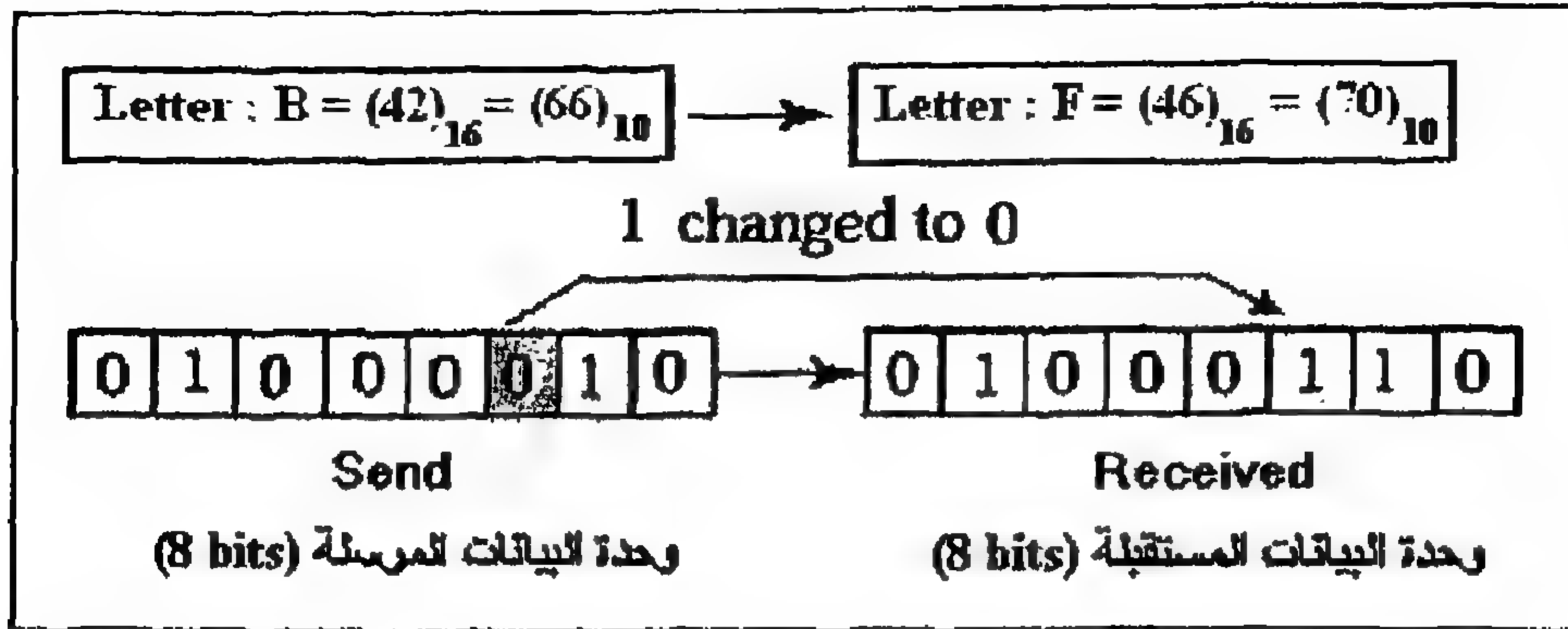
(b) الخطأ المتدفق (Burst error): حيث أن 2 bits أو أكثر تتغير قيمهم من 0 إلى 1 أو العكس



8.2.1 الخطأ في بت واحد Single-Bit Error

الخطأ في bit واحد يعني أن bit واحد في وحدة البيانات (data unit) تغير من 1 إلى 0 أو العكس. وحدة البيانات يمكن أن تكون one byte (8-bits) أو حزمة (packet) من البتات. الشكل رقم 1 يوضح حدوث خطأ في bit واحد والذي أدى إلى تغيير المعلومة المرسل. في الشكل 1 تم إرسال حرف A (ASCII code (65)₁₀) ونظرا لحدوث

خطأ في bit الثالث (من اليمين) فإن المستقبل يعتبر أن الحرف الذي تم إرساله هو الحرف E (ASCII code (69)₁₀) بدلاً من الحرف A

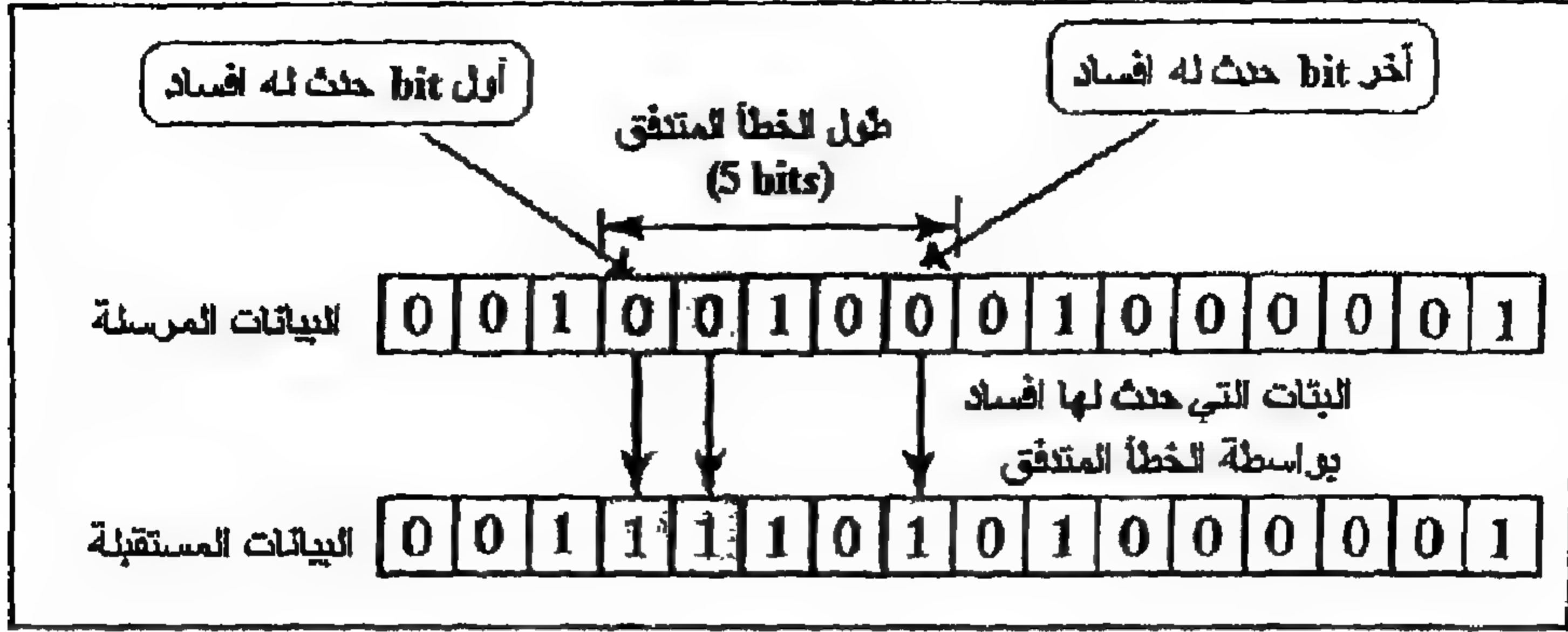


شكل 1 : حدوث خطأ في bit واحد فقط

نادراً ما يحدث خطأ في bit واحد خلال الإرسال المتتالي (serial transmission) وذلك لأنه إذا كان لدينا على سبيل المثال إشارة رقمية مشفرة بمعدل تكرار bit لها (bit rate) هو 1 M bps فإن فترة bit الواحد (bit duration) سيكون 1 μ sec وهي فترة صغيرة جداً مقارنة بفترة الضوضاء. يحدث للخطأ في bit واحد في حالة الإرسال المتوازي (parallel transmission). فعلى سبيل المثال بفرض أن لدينا 8 أسلاك لإرسال 8 bits على التوازي (دفعة واحدة) فيمكن أن نقول أنه حدث خطأ في bit واحد خلال سلك واحد

8.2.2 الخطأ المتدفق Burst Error

الخطأ المتدفق يعني أن هناك أخطاء في أكثر من bit خلال وحدة البيانات المرسل. أي أنه في حدث تغير في قيمة عدد 2 bits أو أكثر من 0 إلى 1 أو العكس. الشكل رقم 2 يوضح حدوث خطأ في أكثر من bit خلال وحدة البيانات المرسل



شكل 2: حدوث خطأ في أكثر من bit واحد خلال وحدة البيانات المرسلّة

طول الخطأ المتدفق burst length يقاس من أول bit حدث له إفساد إلى آخر bit حدث له إفساد. يحدث الخطأ المتدفق burst error في حالة الإرسال المتتالي بعكس single-bit error الذي لا يمكن أن يحدث في الإرسال المتتالي. فترة الضوضاء (noise duration) عادة ما تكون أطول من فترة bit واحد وهذا يعني أن أكثر من bit سيحدث لها إفساد

عدد البتات الذي يمكن أن يحدث لها إفساد بواسطة الضوضاء (noise) يعتمد على:

- معدل إرسال البيانات (data rate) وبالتالي فترة bit الواحد (bit duration)
- فترة الضوضاء (noise duration)

يمكن حساب عدد البتات التي يمكن أن تتأثر بواسطة الضوضاء من المعادلة التالية

$$\text{Number of Corrupted bits} = N_c = \frac{\text{Noise duration}}{\text{Bit duration}} = \frac{\delta_n}{\delta_b}$$

$$\text{Bit duration} = \delta_b = \frac{1}{\text{Data rate}} = \frac{1}{DR}$$

حيث أن N_c ... عدد البتات التي يمكن أن تتأثر بواسطة الضوضاء
 δ_n ... فترة الضوضاء

δ_b ... فترة البت الواحد

DR ... معدل سريان البيانات

مثال 1 :

لدينا إشارة رقمية مشفرة بمعدل إرسال البيانات (data rate) لها يساوي (DR= 1 M bps). إذا كانت فترة الضوضاء (noise duration) تساوي ($\delta_n = 20 \mu \text{ sec}$).
أحسب عدد البتات (N_C) التي ستتأثر بواسطة الضوضاء

الحل:

$$\text{Bit duration} = \delta_b = \frac{1}{\text{Bit rate}} = \frac{1}{DR} = \frac{1}{1 \times 10^6} = 1 \mu \text{ sec}$$

$$\text{Number of Corrupted bits} = N_C = \frac{\text{Noise duration}}{\text{Bit duration}} = \frac{\delta_n}{\delta_b} = \frac{20 \mu \text{ sec}}{1 \mu \text{ sec}} = 20 \text{ bits}$$

من المعادلات السابقة يتبين لنا أن عدد البتات (N_C) التي ستتأثر بالضوضاء هو 20 bits

مثال 2 :

في المثال رقم 1 أحسب عدد البتات التي ستتأثر بواسطة الضوضاء (N_C) إذا زاد معدل إرسال البيانات إلى 10 Mbps مع ثبات فترة الضوضاء

الحل:

$$\text{Bit duration} = \delta_b = \frac{1}{\text{Bit rate}} = \frac{1}{DR} = \frac{1}{10 \times 10^6} = 0.1 \mu \text{ sec}$$

$$\text{Number of Corrupted bits} = N_C = \frac{\text{Noise duration}}{\text{Bit duration}} = \frac{\delta_n}{\delta_b} = \frac{20 \mu \text{ sec}}{0.1 \mu \text{ sec}} = 200 \text{ bits}$$

من المعادلات السابقة يتبين لنا أن عدد البتات (N_C) التي ستتأثر بالضوضاء هو 200 bits. مقارنة نتائج المثال رقم 2 بنتائج المثال 1 يتبين لنا أنه (مع ثبات فترة الضوضاء) إذا زاد معدل سريان البيانات زاد عدد البتات المعرضة للإفساد

مثال 3 :

في المثال رقم 1 أحسب عدد البتات التي ستتأثر بواسطة الضوضاء إذا زادت فترة الضوضاء إلى $150 \mu \text{sec}$ مع ثبات معدل سريان البيانات

الحل:

$$\text{Number of Corrupted bits} = N_c = \frac{\text{Noise duration}}{\text{Bit duration}} = \frac{\delta_n}{\delta_b} = \frac{150 \mu \text{sec}}{1 \mu \text{sec}} = 150 \text{ bits}$$

من المعادلات السابقة يتبين لنا أن عدد البتات (N_c) التي ستتأثر بالضوضاء هو 150 bits. مقارنة نتائج هذا المثال بنتائج المثال 1 يتبين لنا أنه (مع ثبات معدل سريان البيانات) إذا زادت فترة الضوضاء زاد عدد البتات المعرضة للإفساد

8.3 تقنيات اكتشاف الأخطاء

ERROR DETECTION TECHNIQUES

لكي يكون نظام الاتصال جيداً يجب أن يكون هناك تقنيات لاكتشاف الأخطاء الحادثة في الرسائل أو المعلومات المرسلة. في هذا الجزء سيتم شرح التقنيات المستخدمة في اكتشاف الخطأ

الإسهاب Redundancy

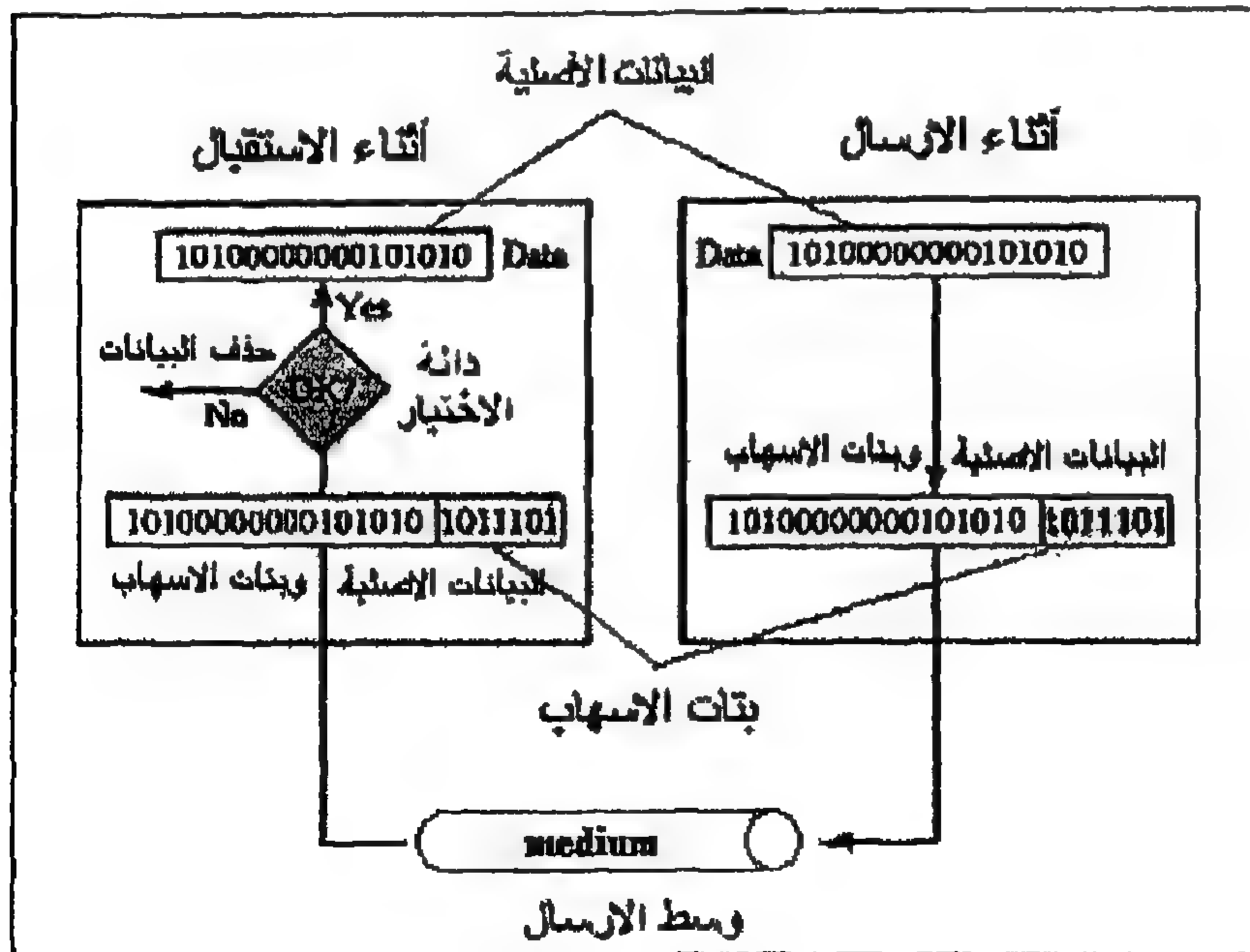
Redundancy تعني أننا نضيف مجموعة مناسبة من البتات تسمى بتات الإسهاب (redundancy bits) إلى نهاية كل وحدة بيانات مرسلة. هذا البتات الإضافية تستخدم لاكتشاف الأخطاء عند الوجهة النهائية للإشارة (destination)

ميكانيزم اكتشاف الأخطاء

- (1) توليد سيل البيانات المراد إرسالها (البيانات الأصلية)
- (2) هذا السيل من البتات الأصلية المرسلة تمر خلال جهاز يقوم بإجراء التالي

- تحليل سيل البتات المراد إرسالها
- بناء على نتيجة تحليل البتات يتم إضافة مجموعة من بتات الإسهاب المناسبة (redundancy bits)
- (3) إرسال البيانات الجديدة (البيانات الأصلية مضافا إليها بتات الإسهاب)
- (4) جهاز الاستقبال سيضع سيل البيانات الجديد تحت الاختبار من خلال دالة اختبار الأخطاء
- (5) إذا نجح سيل البتات الجديد في الاختبار بناء على معيار اختبار معين فان الإشارة تكون خالية من الأخطاء ويتم استخلاص البيانات الأصلية وحذف بتات الإسهاب . أما إذا رسبت في الاختبار فسيتم إلغاء البيانات المستقبلية بالكامل وإبلاغ جهاز الإرسال بإعادة إرسال البيانات مرة أخرى أو تعديل الأخطاء داخل المستقبل إذا أمكن ذلك

الشكل رقم 3 يوضح ميكانيزم اكتشاف الأخطاء



شكل 3 : ميكانيزم اكتشاف الأخطاء

يوجد خمس تقنيات من اختبار الإسهاب (redundancy check) تستخدم في أنظمة الاتصال لاكتشاف الأخطاء

(1) اختبار الإسهاب العمودي (parity check or Vertical Redundancy Check-VRC)

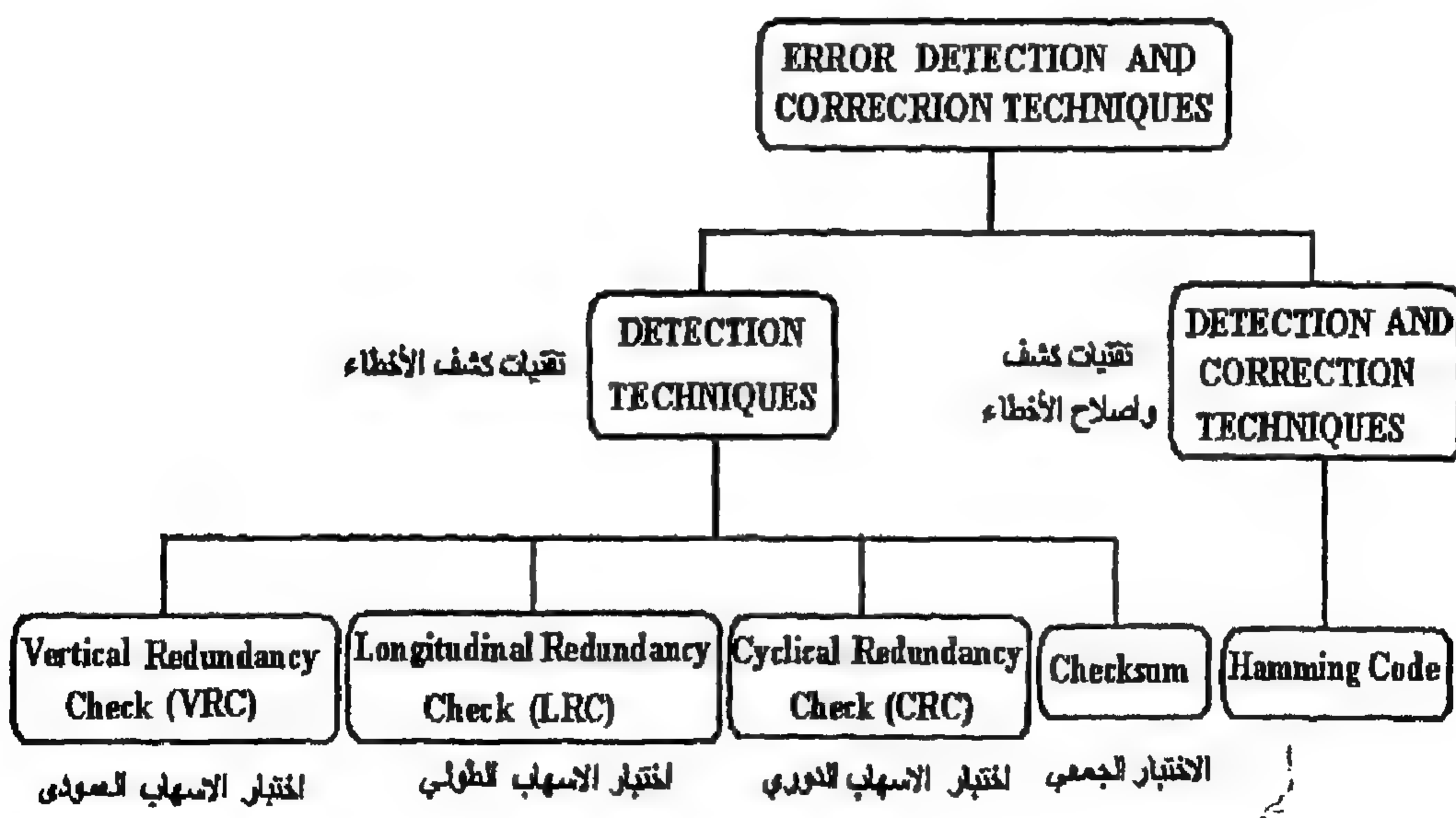
(2) اختبار الإسهاب الطولي (Longitudinal Redundancy Check-LRC)

(3) اختبار الإسهاب الدوري (Cyclical Redundancy Check-CRC)

(4) الاختبار الجمعي (Checksum)

(5) Hamming code

التقنيات الأربعة الأولى تستخدم لاكتشاف الأخطاء فقط بينما تقوم التقنية الخامسة باكتشاف وإصلاح الأخطاء داخل المستقبل



في هذا الجزء سيتم شرح التقنيات المستخدمة في اكتشاف الأخطاء وفي الجزء التالي سيتم شرح تقنية Hamming code والتي تستخدم في اكتشاف وإصلاح الأخطاء

8.3.1 اختبار الإسهاب العمودي (VRC) Vertical Redundancy check

تسمى هذه الطريقة بطريقة اختبار التماثل (parity check). وتعتبر هذه الطريقة هي أقل التقنيات تكلفة في اكتشاف الأخطاء

الطريقة:

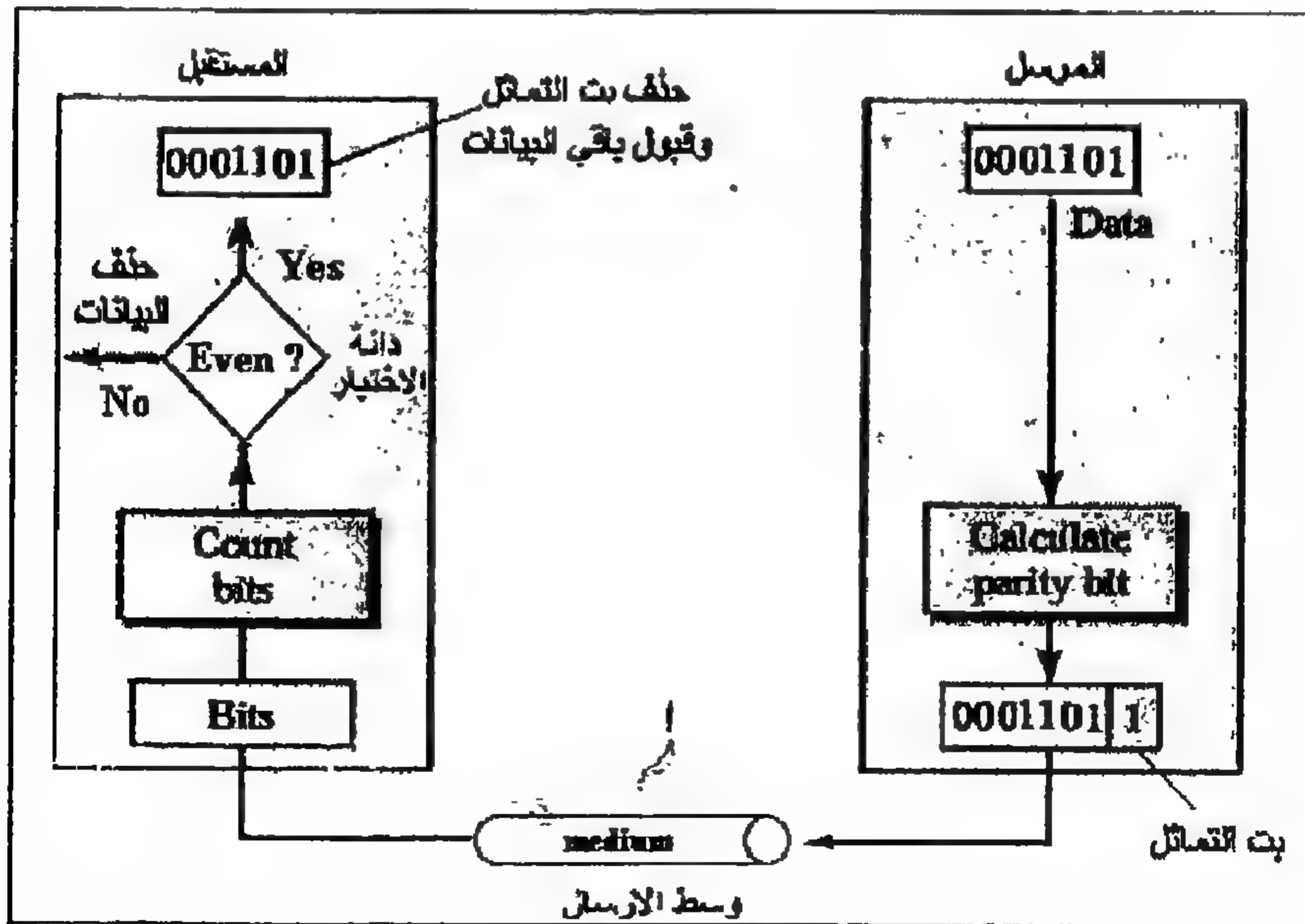
في هذه التقنية يتم إضافة bit واحد يسمى بت التماثل (parity bit) إلى نهاية وحدة البيانات (أقصى اليمين). يوجد أسلوبين يستخدمهما في هذه التقنية هما :

(a) اختبار التماثل الزوجي Even parity check

(b) اختبار التماثل الفردي Odd parity check

(a) اختبار التماثل الزوجي Even parity check

في هذه الحالة يضاف بت التماثل (0 or 1) إلى نهاية وحدة البيانات وذلك لكي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات (بما فيهم bit التماثل) عدد زوجي. الشكل رقم 4 يوضح أسلوب اختبار التماثل الزوجي (even parity check) في اكتشاف الخطأ عند إرسال البيانات (0001101)



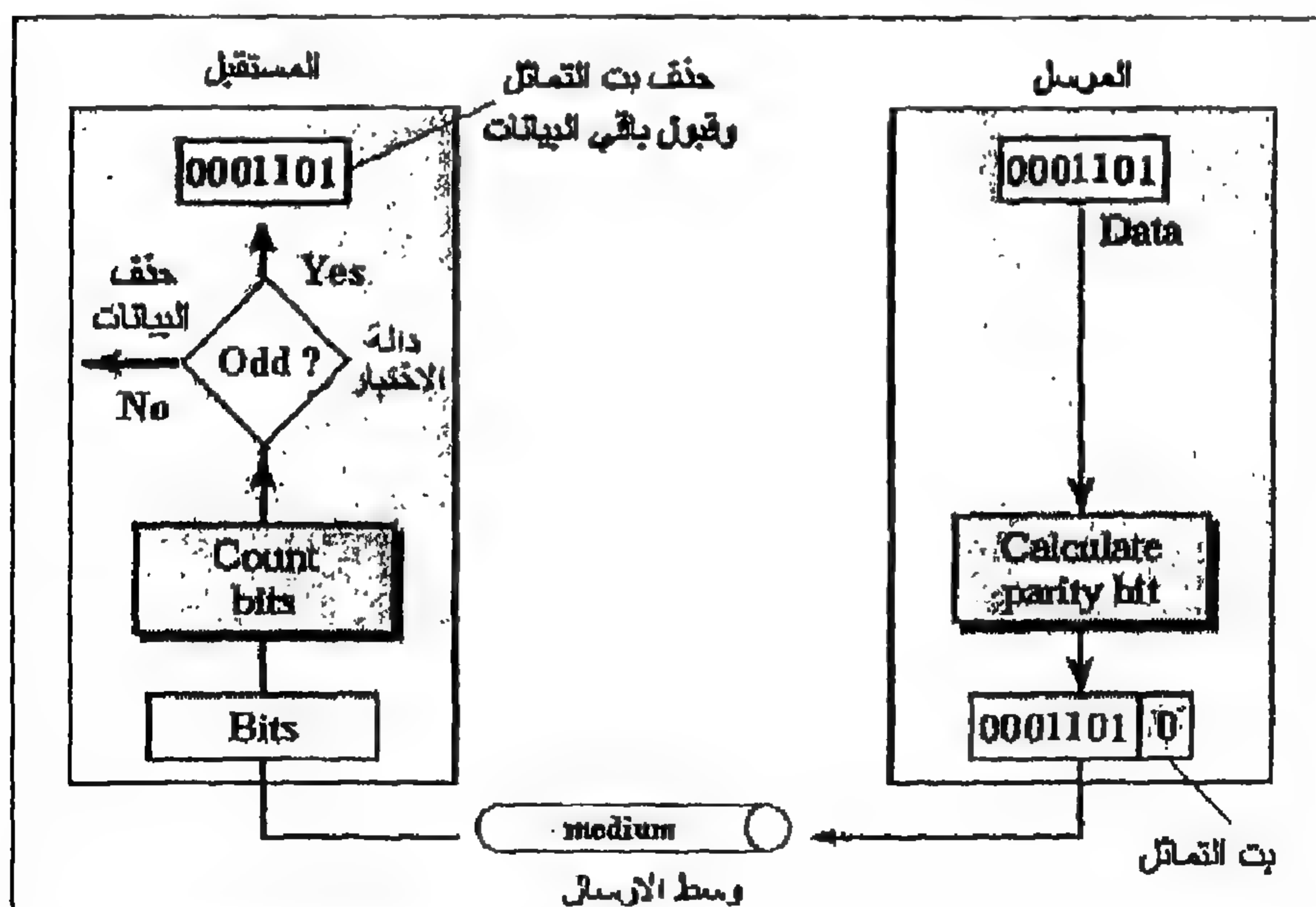
شكل 4: أسلوب اختبار التماثل الزوجي (even parity check)

في اكتشاف الخطأ عند إرسال البيانات (1100001)

في المرسل تم إضافة بت تماثل يساوي 1 وذلك لأن عدد ones الموجودة في البيانات الأصلية يساوي 3 وبالتالي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات الجديدة المرسله تساوي 4 (عدد زوجي). عند المستقبل يتم وضع البيانات المستقبلية تحت دالة الاختبار التي تقوم بحصر عدد ones الموجودة في البيانات المستقبلية فإذا كان هذا العدد زوجي تكون البيانات المستقبلية سليمة ويتم حذف بت الإسهاب واستخلاص البيانات الأصلية وإذا كان عدد ones فردي تكون البيانات المستقبلية غير سليمة ويتم حذفها بالكامل وإعلام المرسل بإعادة الإرسال مرة أخرى

(b) اختبار التماثل الفردي Odd parity check

في هذه الحالة يضاف بت التماثل (0 or 1) إلى نهاية وحدة البيانات وذلك لكي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات (بما فيهم bit التماثل) عدد فردي. الشكل رقم 5 يوضح أسلوب اختبار التماثل الفردي (odd parity check) في اكتشاف الخطأ عند إرسال البيانات (1100001)



شكل 5: أسلوب اختبار التماثل الفردي (odd parity check)

في اكتشاف الخطأ عند إرسال البيانات (1100001)

في اكتشاف الخطاء عند إرسال البيانات (1100001)

في المرسل تم إضافة بت تماثل يساوي 0 وذلك لأن عدد ones الموجودة في البيانات الأصلية يساوي 3 وبالتالي يكون إجمالي عدد ones في وحدة البيانات الجديدة المرسلة تساوي 3 (عدد فردي). عند المستقبل يتم وضع البيانات المستقبلية تحت دالة الاختبار التي تقوم بحصر عدد ones الموجودة في البيانات المستقبلية

○ إذا كان هذا العدد فردي تكون البيانات المستقبلية سليمة ويتم حذف بت الإسهاب واستخلاص البيانات الأصلية

○ إذا كان عدد ones زوجي تكون البيانات المستقبلية غير سليمة ويتم حذفها بالكامل وإعلام المرسل بإعادة الإرسال مرة أخرى .

الجدول رقم 1 يعطي ASCII Code لمجموعة الحروف في النظام العشري

والسادس عشر

مثال 4 :

بفرض أننا نريد إرسال كلمة "Said" وتم استخدام أسلوب اختبار بت التماثل الزوجي (even parity check) .

(1) ما هو سيل البيانات الرقمية المرسلة والمناظرة لكلمة Said بعد إضافة بت التماثل الزوجي ؟. احسب عدد ones في كل وحدة بيانات (كل حرف)

(2) إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية

(10100110, 11000011, 11010010, 11001001) احسب عدد ones في كل

وحدة للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلية سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

(3) إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية 11010010 11000011 10110110

(11001001) احسب عدد ones في كل وحدة للبيانات ثم حدد هل الرسالة

المستقبلية سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

جدول 1 ASCII Code لمجموعة الحروف في النظام العشري والسادس عشر

Character	ASCII code		Character	ASCII code		Character	ASCII code	
	Hex.	Dec.		Hex.	Dec.		Hex.	Dec.
APACE	20	32	@	40	64	`	60	96
!	21	33	A	41	65	a	61	97
"	22	34	B	42	66	b	62	98
#	23	35	C	43	67	c	63	99
\$	24	36	D	44	68	d	64	100
%	25	37	E	45	69	e	65	101
&	26	38	F	46	70	f	66	102
'	27	39	G	47	71	g	67	103
(	28	40	H	48	72	h	68	104
)	29	41	I	49	73	i	69	105
*	2A	42	J	4A	74	j	6A	106
+	2B	43	K	4B	75	k	6B	107
,	2C	44	L	4C	76	l	6C	108
-	2D	45	M	4D	77	m	6D	109
.	2E	46	N	4E	78	n	6E	110
/	2F	47	O	4F	79	o	6F	111
0	30	48	P	50	80	p	70	112
1	31	49	Q	51	81	q	71	113
2	32	50	R	52	82	r	72	114
3	33	51	S	53	83	s	73	115
4	34	52	T	54	84	t	74	116
5	35	53	U	55	85	u	75	117
6	36	54	V	56	86	v	76	118
7	37	55	W	57	87	w	77	119
8	38	56	X	58	88	x	78	120
9	39	57	Y	59	89	y	79	121
:	3A	58	Z	5A	90	z	7A	122
;	3B	59	|	5B	91			
<	3C	60	\	5C	92			
=	3D	61	]	5D	93			
>	3E	62	^	5E	94			
?	3F	63		5F	95			

الحل:

الحرف	ASCII code		Binary system	بت التماثل	وحدة البيانات	عدد ones (n)
	Dec.	Hex.				
S	83	53	1010011	0	1010011 <u>0</u>	4
a	97	97	1100001	1	1100001 <u>1</u>	4
i	105	69	1101001	0	1101001 <u>0</u>	4
d	100	64	1100100	1	1100100 <u>1</u>	4

(1) سيل البيانات الرقمية المرسل والمناظرة لكلمة Said بعد إضافة بت التماثل الزوجي لكل حرف:

1010011 <u>0</u>	1100001 <u>1</u>	1101001 <u>0</u>	1100100 <u>1</u>
S	a	i	d
n = 4	n = 4	n = 4	n = 4

(2) استقبال وحدات البيانات التالية:

10100110	11000011	11010010	11001001
n = 4	n = 4	n = 4	n = 4

حيث أن n تساوي عدد زوجي في جميع الوحدات فإن كتلة البيانات المستقبلية تكون خالية من الأخطاء وبالتالي يقوم المستقبل بحذف بت الإسهاب (بت التماثل الزوجي) لاستخلاص البيانات الأصلية

(3) استقبال وحدات البيانات التالية:

10110110	11000011	11010010	11001001
n = 5	n = 4	n = 4	n = 4

حيث أن n في وحدة البيانات الأولى تساوي عدد فردي ($n=5$) فإن البيانات المستقبلية تكون غير سليمة وبالتالي يحذف المستقبل كتلة البيانات بالكامل وإعلام المرسل لإرسال البيانات مرة أخرى

مثال 5:

بفرض أننا نريد إرسال كلمة "World" وتم استخدام أسلوب اختبار بت التماثل الفردي (odd parity check).

(1) ما هو سبيل البيانات الرقمية المرسل والمناظرة لكلمة Word بعد إضافة بت

التماثل الفردي؟ احسب عدد ones في كل وحدة بيانات (كل حرف)

(2) إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية (11101110, 11011110,

11001001, 11011000, 11100100). احسب عدد ones في كل وحدة

للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلية سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

(3) إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية (11111110, 11011110,

11001001, 11011000, 11101100). احسب عدد ones في كل وحدة

للبيانات ثم حدد هل الرسالة المستقبلية سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

الحل:

الحرف	ASCII code		Binary system	بت التماثل	وحدة البيانات	عدد ones (n)
	Dec.	Hex.				
W	87	57	1010111	1	1010111 <u>0</u>	7
o	111	69	1101111	1	1101111 <u>1</u>	7
r	114	72	1110010	1	1110010 <u>1</u>	5
l	108	6C	1101100	1	1101100 <u>1</u>	5
d	100	64	1100100	0	1100100 <u>0</u>	3

(1) سيل البيانات الرقمية المرسل والمناظرة لكلمة World بعد إضافة بت التماثل الزوجي لكل حرف:

10101110	11011111	11100101	11011001	11001000
W	o	r	l	d
n = 7	n = 7	n = 5	n = 5	n = 3

(2) استقبال وحدات البيانات التالية:

10101110	11011111	11100101	11011001	11001000
n = 7	n = 7	n = 5	n = 5	n = 3

حيث أن n تساوي عدد فردي في جميع للوحدات فان كتلة البيانات المستقبلية تكون خالية من الأخطاء وبالتالي يقوم المستقبل بحذف بت الإسهاب (بت التماثل الفردي) لاستخلاص البيانات الأصلية

(3) استقبال وحدات البيانات التالية:

11111111	11011111	11101101	11011001	11001000
n = 8	n = 7	n = 6	n = 5	n = 3

حيث أن n في بعض الوحدات فردي وفي البعض الآخر زوجي فان البيانات المستقبلية تكون غير سليمة وبالتالي يحذف المرسل كتلة البيانات بالكامل وإعلام المرسل لإرسال البيانات مرة أخرى

كفاءة طريقة اختبار الإسهاب العمودي Performance of VRC

تستخدم طريقة اختبار الإسهاب العمودي لاكتشاف الأخطاء في الرسائل إذا كان هناك خطأ في bit واحد (single-bit error) أما في حالة الخطأ في أكثر من (burst bit error) فيتم استخدام هذه الطريقة إذا كان إجمالي عدد البتات التي تغيرت (m) عدد فردي

مثال 6 :

تم إرسال سيل البيانات (10001101) حيث أن عدد ones يساوي ($n=4$) عدد زوجي. إذا تم استقبال وحدات البيانات التالية.

- a) 11111101 b) 10010111 c) 00000001
d) 00101101 e) 10010011

باستخدام even parity احسب عدد ones (n) وعدد البتات التي تغيرت (m) في كل وحدة وحدد هل البيانات المستقبلية سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب. مع العلم:

السبب	صحة القرار	قرار المستقبل	n	m	البيانات المستقبلية
n عدد فردي و m عدد فردي	صحيح	وحدة البيانات غير سليمة	7	3	a) 11111101
n عدد فردي و m عدد فردي	صحيح	وحدة البيانات غير سليمة	5	3	b) 10010111
n عدد فردي و m عدد فردي	صحيح	وحدة البيانات غير سليمة	1	3	c) 00000001
n عدد زوجي و m عدد زوجي	خاطئ	وحدة البيانات سليمة	4	2	d) 00101101
n عدد زوجي و m عدد زوجي	خاطئ	وحدة البيانات سليمة	4	4	e) 10010011

في الحالات (a, b, and c) يكون للقرار صحيحا ولكن في الحالات (d and e) يكون القرار خاطئا حيث أن المستقبل سيتخذ قرار بأن المعلومات سليمة ($n=4$) بالرغم من وجود أخطاء ($m>0$).

8.3.2 اختبار الإسهاب الطولي

Longitudinal Redundancy Check (LRC)

في هذه التقنية تقسم كتلة البيانات في شكل جدول يحتوي على صفوف وأعمدة الطريقة:

- (1) يتم تقسيم كتلة البيانات المراد إرسالها إلى عدة مجاميع وكل مجموعة تحتوي على 7 bits (ASCII code لكل حرف يساوي 7 bits). فعلى سبيل المثال إذا كنا نريد

إرسال كتلة بيانات تحتوي على 28 bits فسيتم تقسيمهم إلى أربع مجاميع وكل مجموعة تحتوي على 7 bits

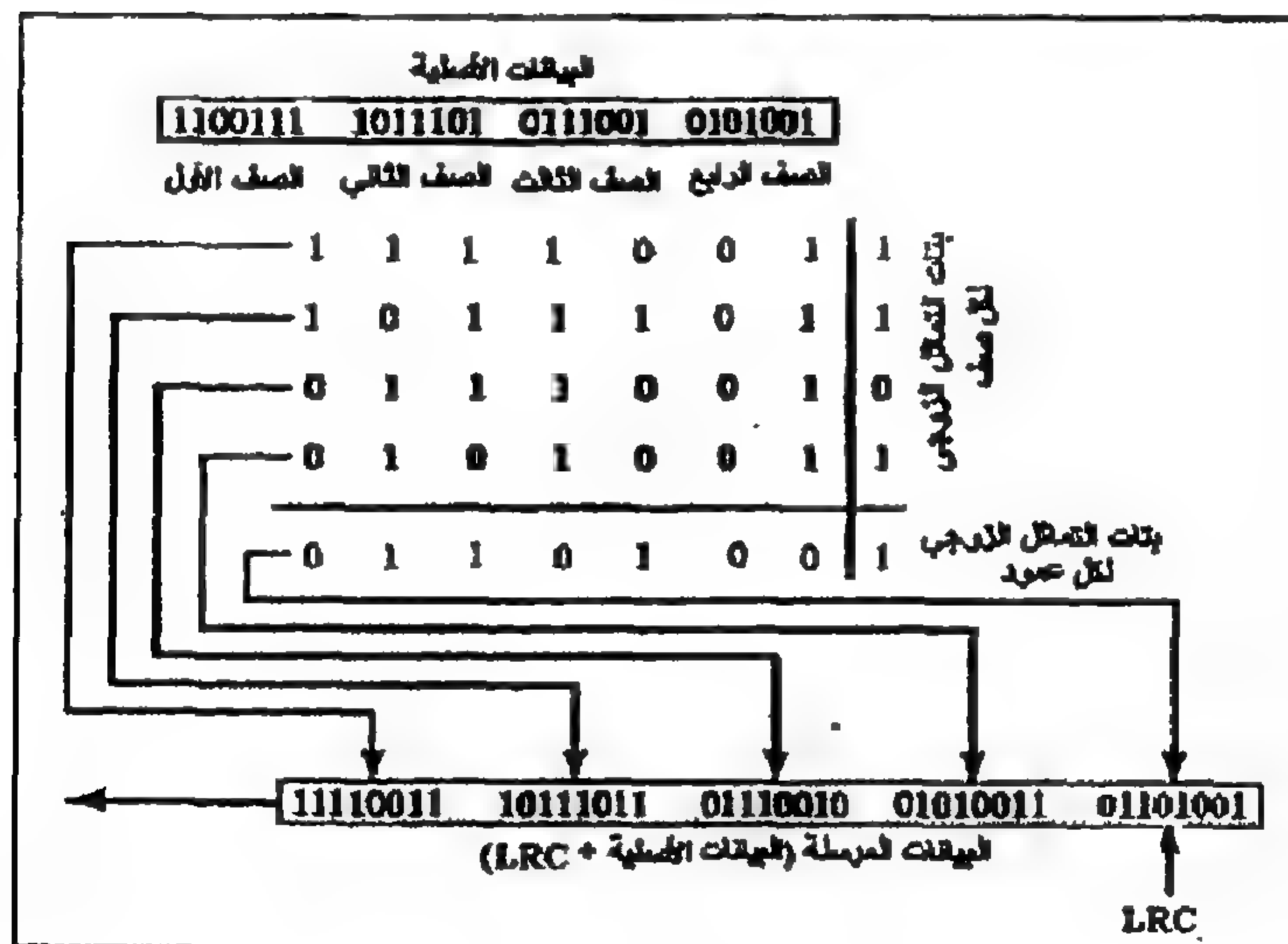
(2) إنشاء جدول كل صف فيه يمثل بتات كل مجموعة أي يكون لدينا جدول يحتوي على أربعة صفوف و سبعة أعمدة

(3) نحسب bit التماثل لكل صف ويوضع في العمود الثامن من الصف (أقصى اليمين)

(4) نوجد صف خامس جديد يحتوي على 8 bits كل bit فيه يمثل bit التماثل (parity bit) لكل عمود

(5) قيم بتات الصف الخامس تسمى LRC

(6) إضافة LRC إلى البيانات الأصلية ثم إرسالها إلى جهاز الاستقبال



مثال 7 :

إذا كانت البيانات الأصلية تساوي 1010100 0011100 1101110 1110011

(1) أوجد كتلة البيانات المرسل بعد إضافة LRC

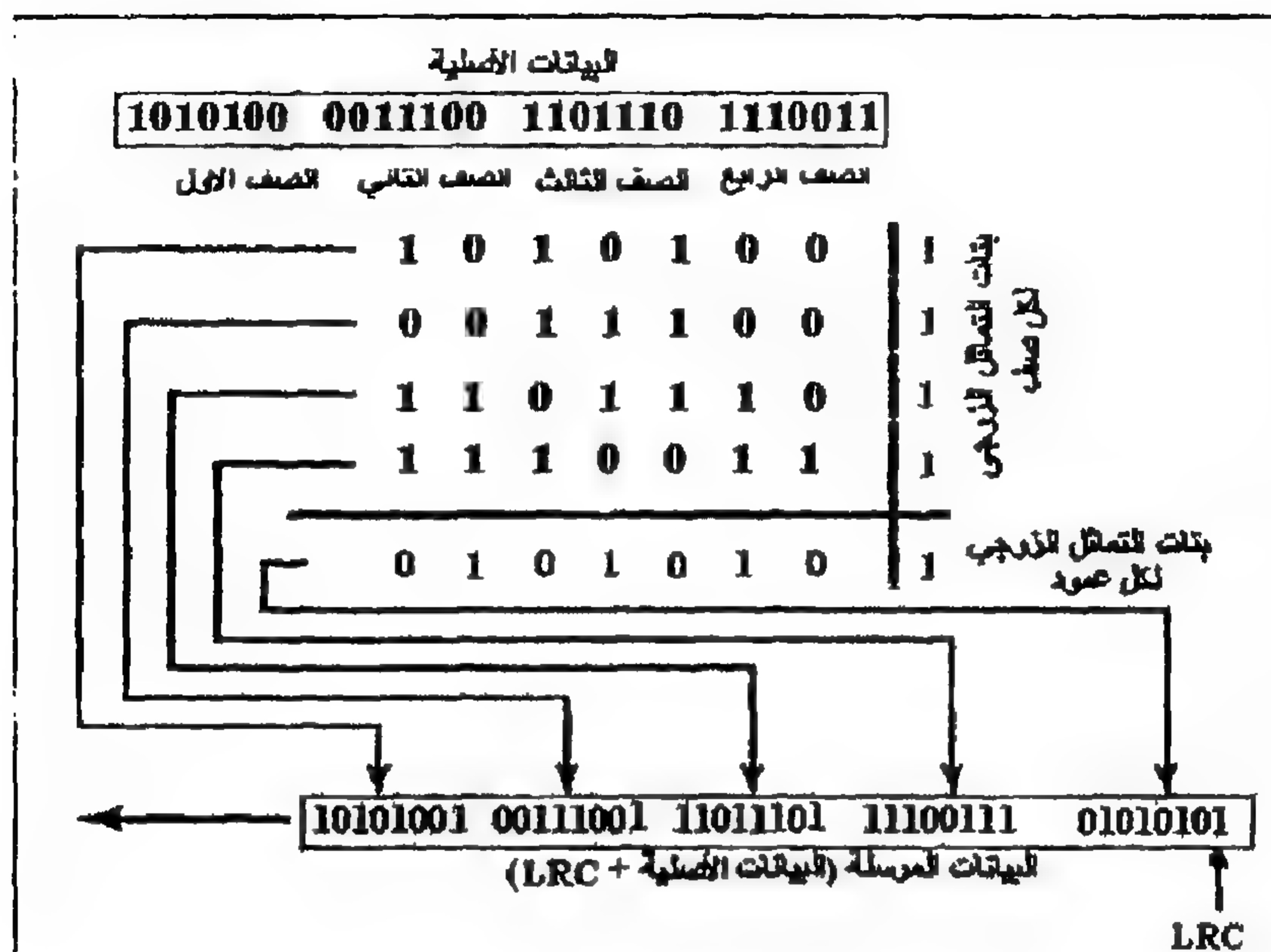
(2) إذا اصطدمت سيل البيانات المرسل بضوضاء تتدفقي (burst noise) طوله 8

bits وتم استلام سيل البتات التالي :

10100011 10001001 11011101 11100111 10101010

احسب عدد ones في كل وحدة بيانات (8 bits). هل كتلة البيانات المستقبلية سليمة أم غير سليمة؟ ولماذا؟

الحل:



(1) كتلة البيانات المرسل بعد إضافة LRC هي :

10101001 00111001 11011101 11100111 01010101

(2) إذا اصطدمت هذه الكتلة بضوضاء (burst noise) طوله 8 bits فان بعض البتات ستفسد وبالتالي تتغير قيمتها

burst noise

طوله 8 bits

10100011 10001001 11011101 11100111 10101010

n = 4

n = 3

n = 6

n = 6

n = 4

عندما يختبر جهاز الاستقبال bit التماثل (parity bit). فهناك بعض البتات لا تتبع قاعدة التماثل الزوجي (even parity) وبالتالي سيلغى المستقبل كتلة البيانات بالكامل

8.3.3 اختبار الإسهاب الدوري (Cyclic Redundancy Check (CRC)

في هذه الطريقة سيتم إضافة مجموعة من البتات تسمى بتات الإسهاب الدوري (CRC) إلى نهاية البتات الأصلية (أقصى اليمين) بحيث يكون وحدة البيانات الناتجة بعد إضافة بتات الإسهاب تقبل القسمة على divisor يحدد مسبقا

عند استقبال كتلة البيانات القادمة من المرسل (البيانات الأصلية بالإضافة إلى بتات الإسهاب الدوري) فإن المستقبل يقوم بقسمة هذه البيانات على نفس divisor

(1) إذا كان خارج القسمة يساوي صفر ($\text{remainder} = 0$) فستكون البيانات صحيحة وسيتم حذف بتات الإسهاب الدوري (CRC) لاستخلاص البيانات الأصلية

(2) إذا كان خارج القسمة لا يساوي صفر ($\text{remainder} \neq 0$) فستكون كتلة البيانات غير صحيحة وسيتم حذفها بالكامل

الطريقة:

أولا : خلال جهاز الإرسال (عملية توليد CRC)

بفرض أن عدد بتات divisor المحدد مسبقا يساوي n

(1) إضافة عدد $(n-1)$ من بتات الإسهاب الدوري إلى نهاية البيانات الأصلية أي أن

عدد بتات الإسهاب الدوري أقل من عدد بتات divisor بمقدار 1

(2) تحدد بتات الإسهاب الدوري بالطريقة التالية

(a) إضافة عدد $(n-1)$ من الأصفار إلى ذيل البيانات الأصلية (أقصى اليمين)

(b) إجراء قسمة البيانات الجديدة (البيانات الأصلية بالإضافة إلى الأصفار)

على divisor

(c) باقي القسمة remainder سيكون هو بتات الإسهاب الدوري (CRC)

الذي يضاف إلى نهاية البيانات الأصلية

(d) الكتلة المرسله تتكون من البيانات الأصلية مضافا إليها بتات الإسهاب

(CRC)

ثانيا : خلال جهاز الاستقبال

(3) عند المستقبل يعاد قسمة كتلة البيانات المستقبلة على نفس divisor لإيجاد remainder (باقي القسمة) .

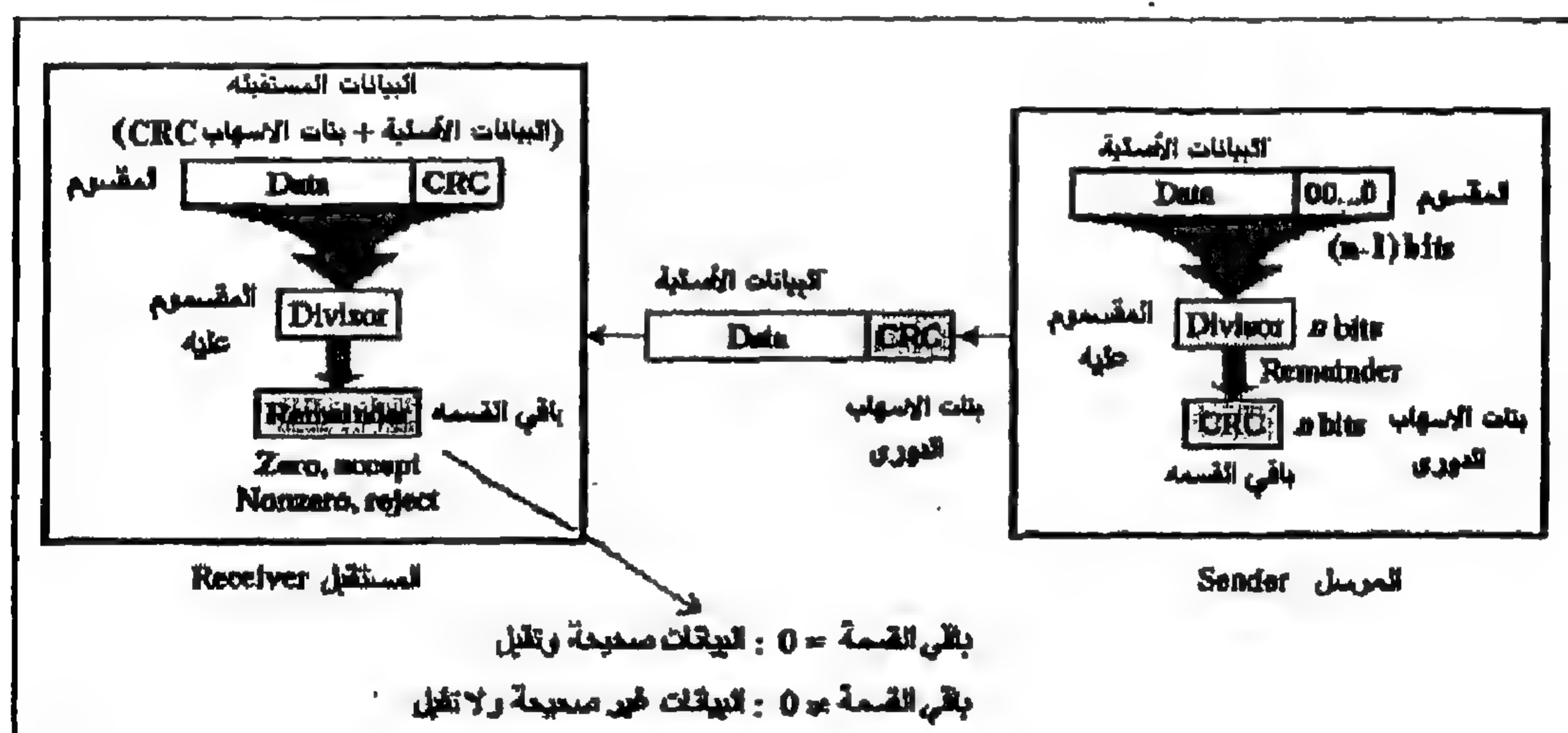
(a) إذا كان remainder يساوي صفر فستكون كتلة البيانات صحيحة وسيتم

حذف بتات الإسهاب الدوري (CRC) لاستخلاص البيانات الأصلية

(b) إذا كان remainder لا يساوي صفر فستكون كتلة البيانات غير صحيحة

وسيتم حذفها بالكامل

الشكل رقم 6 يوضح طريقة الاختبار الاسهابي الدوري (CRC)



شكل 6 : طريقة الاختبار الاسهابي الدوري (CRC)

طريقة إجراء القسمة وإيجاد CRC

باعتبار أن عدد بتات divisor يساوي 4 bits

(1) إضافة ثلاثة أصفار إلى dividend (إلى يمين البيانات الأصلية)

(2) إذا كان bit الأخير في dividend يساوي 1 يوضع 1 في quotient ثم يتم طرح بتات divisor من أول 4 bits في dividend . كل bit في divisor يطرح من bit المناظر له في dividend بدون نقل bit إلى bit الأعلى

▪ (0-0=0, 0-1=1, 1-0=0, 1-1=0) bit الأخير في remainder يهمل

(3) سحب bit التالي في dividend إلى remainder السابق وذلك لجعل عدد بتات remainder يساوي عدد بتات divisor

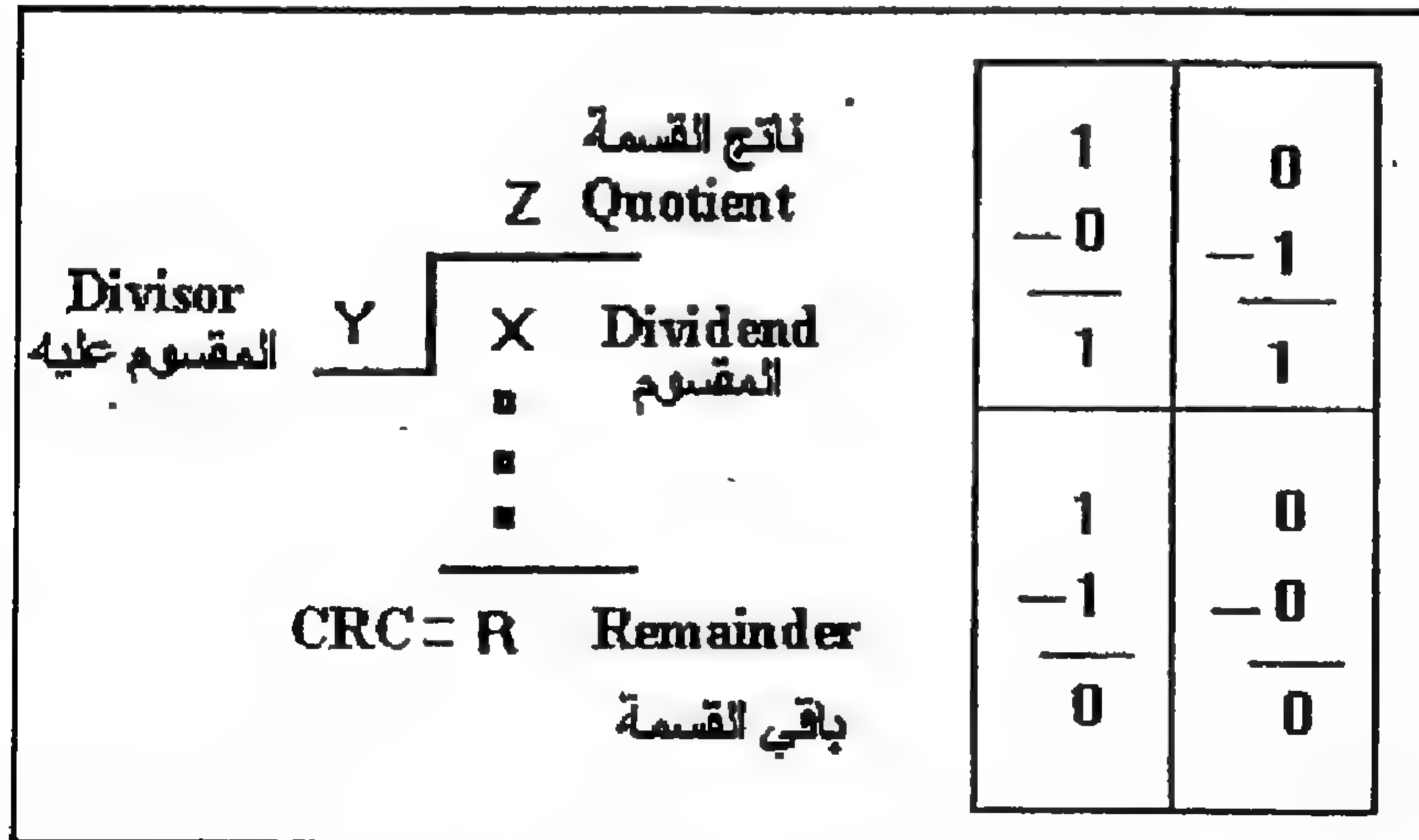
(4) إذا كان bit الأخير remainder يساوي 1 يوضع 1 في quotient مع طرح remainder من divisor

(5) إذا كان bit الأخير في remainder يساوي 0 يوضع 0 في quotient مع طرح أصفار من remainder

(6) تكرر العملية السابقة حتى يتم سحب جميع بتات dividend

(7) Remainder النهائي يكون هو CRC ويضاف إلى البيانات الأصلية

الشكل رقم 7 يوضح عملية الطرح وعملية القسمة



شكل 7 : عملية الطرح وعملية القسمة

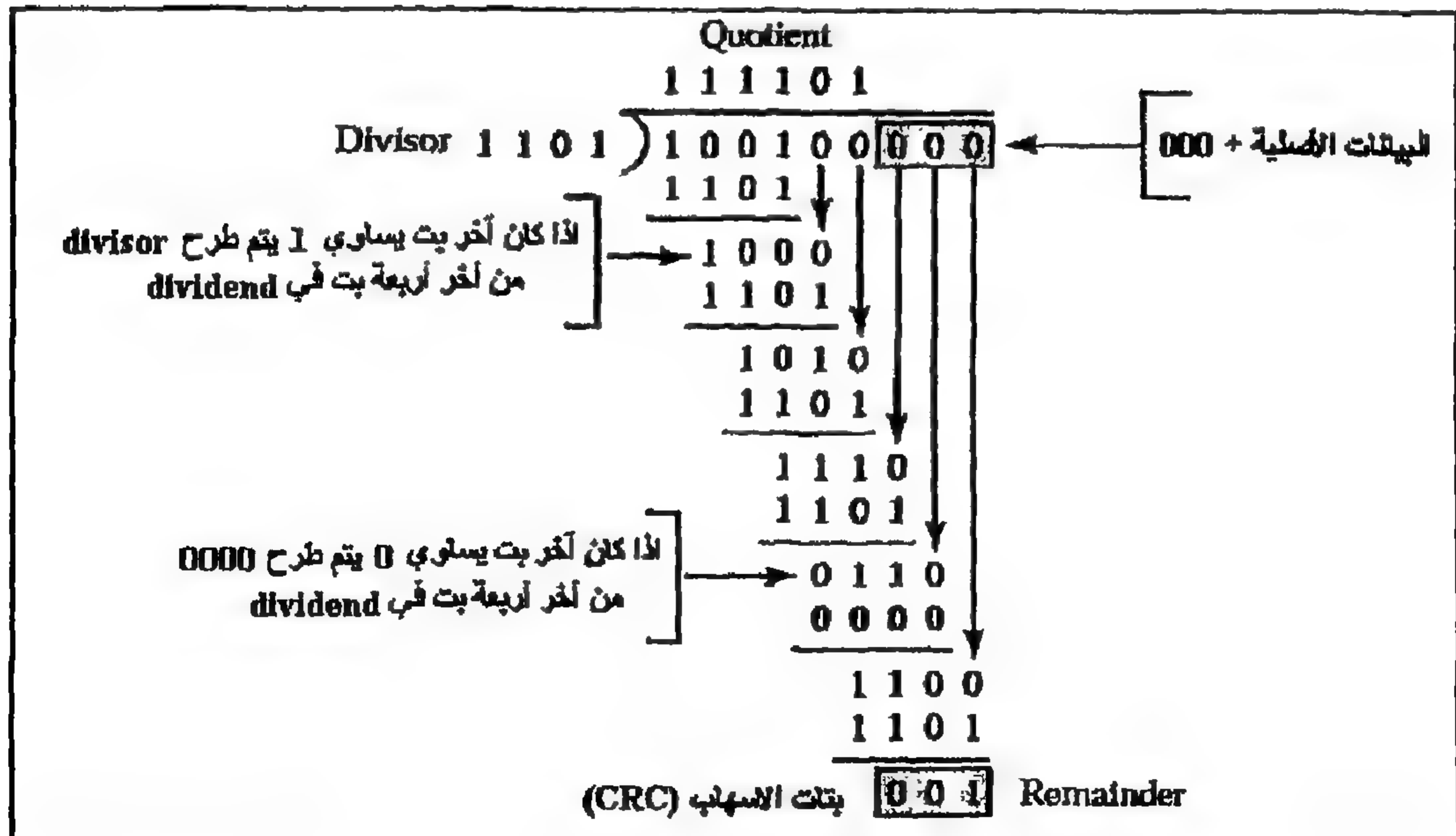
مثال 8 :

باستخدام تقنية CRC

- (1) إذا كانت البيانات الأصلية المراد إرسالها تساوي (100100) أحسب مقدار CRC وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة
- (2) إذا تم استقبال كتلة البيانات 100100001 احسب قيمة remainder واذكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب
- (3) إذا تم استقبال كتلة البيانات 100100011 احسب قيمة remainder واذكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة مع ذكر السبب

الحل:

- (1) حساب مقدار CRC وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلة
بفرض أن $\text{divisor} = 1101$ ($n = 4$) فسيتم إضافة ثلاثة أصفار (000) إلى نهاية البيانات الأصلية ثم قسم كتلة البيانات (100100000) على ($\text{divisor} = 1011$).
الشكل رقم 8 يوضح عملية قسمة (100100000) على (1101)

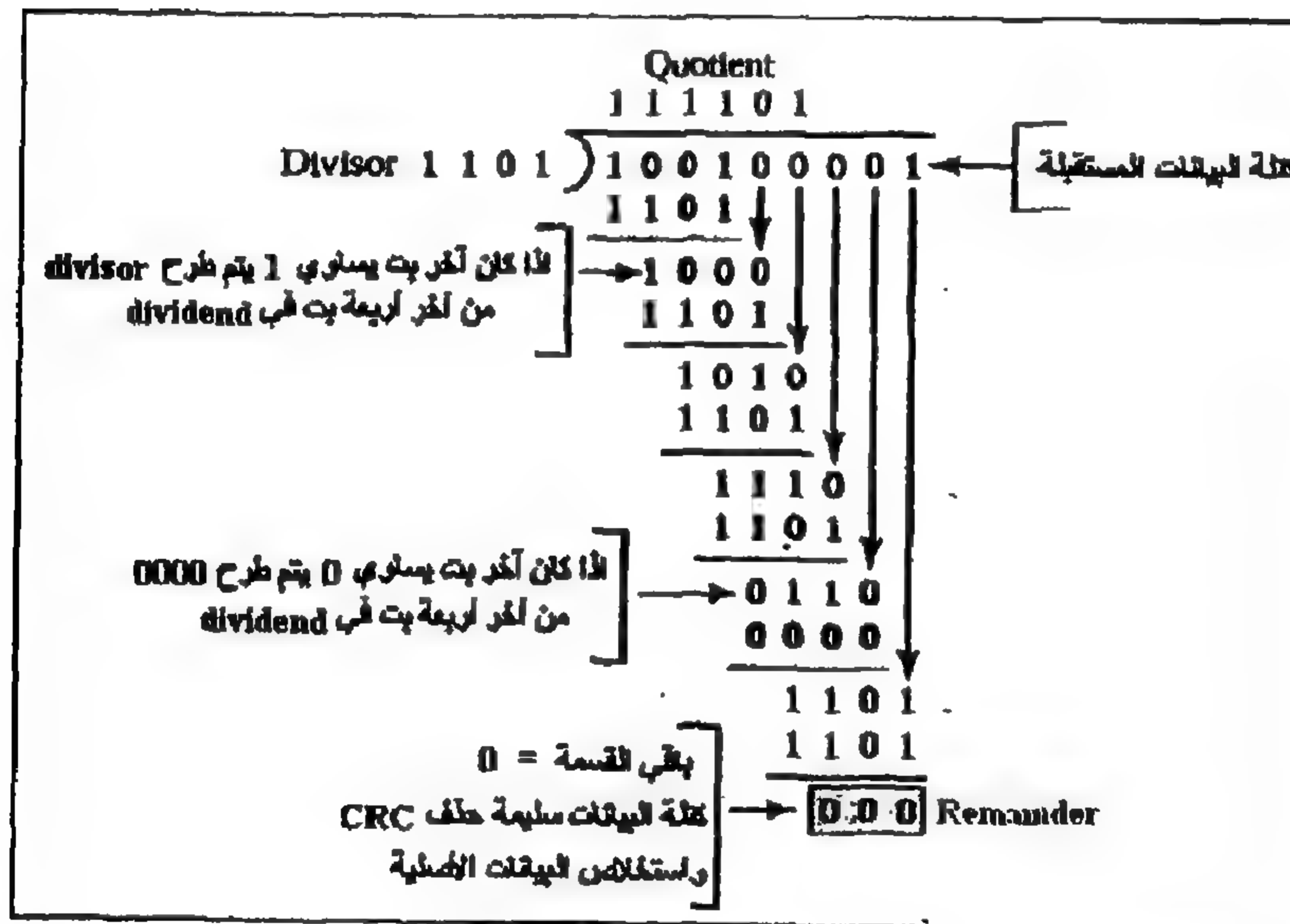


شكل 8 : عملية قسمة (100100000) على (1101)

باقي القسمة remainder = 001. يتم إضافة باقي القسمة (CRC=001) إلى البيانات الأصلية (100100) وبالتالي يكون كتلة البيانات المرسل (100100001)

(2) استقبال كتلة البيانات 100100001 .

يتم قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على نفس divisor السابق (1101).
الشكل رقم 9 يوضح عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101)

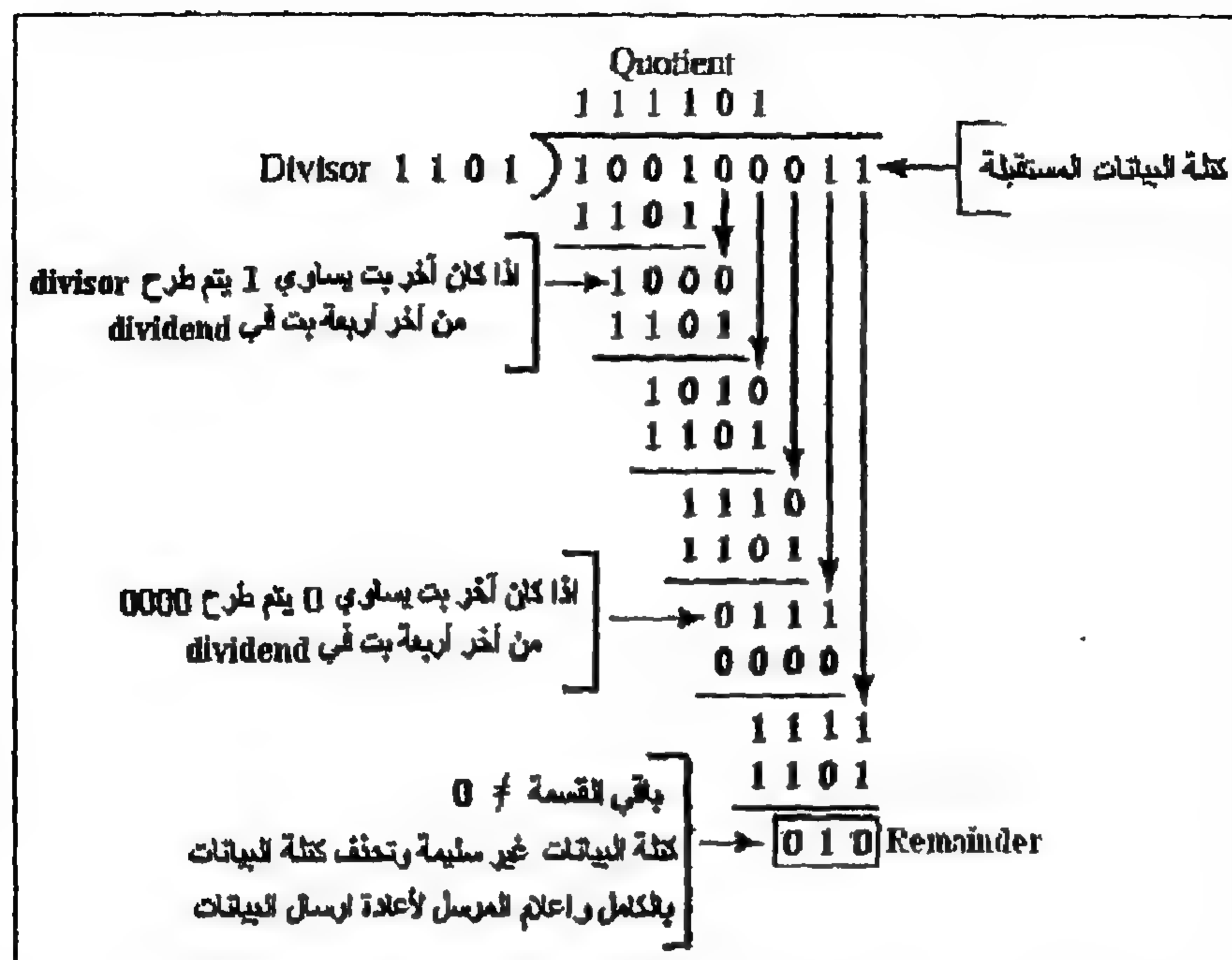


شكل 9: عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101)

حيث أن خارج قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101) يساوي صفر فستكون كتلة البيانات المستقبلة سليمة ويتم حذف CRC واستخلاص البيانات الأصلية

(3) استقبال كتلة البيانات 100100011

يتم قسمة البيانات المستقبلة (100100011) على نفس divisor السابق (1101).
الشكل رقم 10 يوضح عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100011) على (divisor = 1101)



شكل 10: عملية قسمة البيانات المستقبلة (100100011) على (divisor = 1101)

حيث أن remainder الناتج من قسمة البيانات المستقبلة (100100001) على (divisor = 1101) لا يساوي صفر فتكون كتلة البيانات المستقبلة غير سليمة ويتم حذفها بالكامل وإعلام المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخرى

8.3.4 اختبار المجموع CHECKSUM

مثل الطرق السابقة سيتم إضافة بتات إسهاب مناسبة إلى نهاية البيانات الأصلية المراد إرسالها

الطريقة

أولا : خلال جهاز الإرسال (عملية توليد Checksum)

(1) تقسيم البيانات المراد إرسالها إلى عدد K من الأقسام وكل قسم يحتوي على عدد n من البتات

(2) إيجاد مجموع الأقسام وذلك بإجراء الجمع الثنائي (binary addition)

(3) إيجاد المتمم الأول (1's complement) للمجموع والذي يسمى checksum

(4) إضافة checksum إلى نهاية البيانات الأصلية

(5) إرسال البيانات الأصلية بالإضافة إلى Checksum

ثانيا : خلال جهاز الاستقبال (اختبار Checksum)

(6) تقسم البيانات المستقبلة إلى عدد $K+1$ من الأقسام (K عدد أقسام البيانات الأصلية) وكل قسم يحتوي على عدد n من البتات

(7) إيجاد مجموع الأقسام وذلك بإجراء الجمع الثنائي

(8) إيجاد المتمم الأول 1's complement للمجموع

(9) إذا كان المتمم الأول 1's complement يساوى صفر تكون البيانات صحيحة ويتم

حذف checksum لاستخلاص البيانات الأصلية

(10) إذا كان المتمم الأول 1's complement لا يساوى صفر تكون البيانات غير

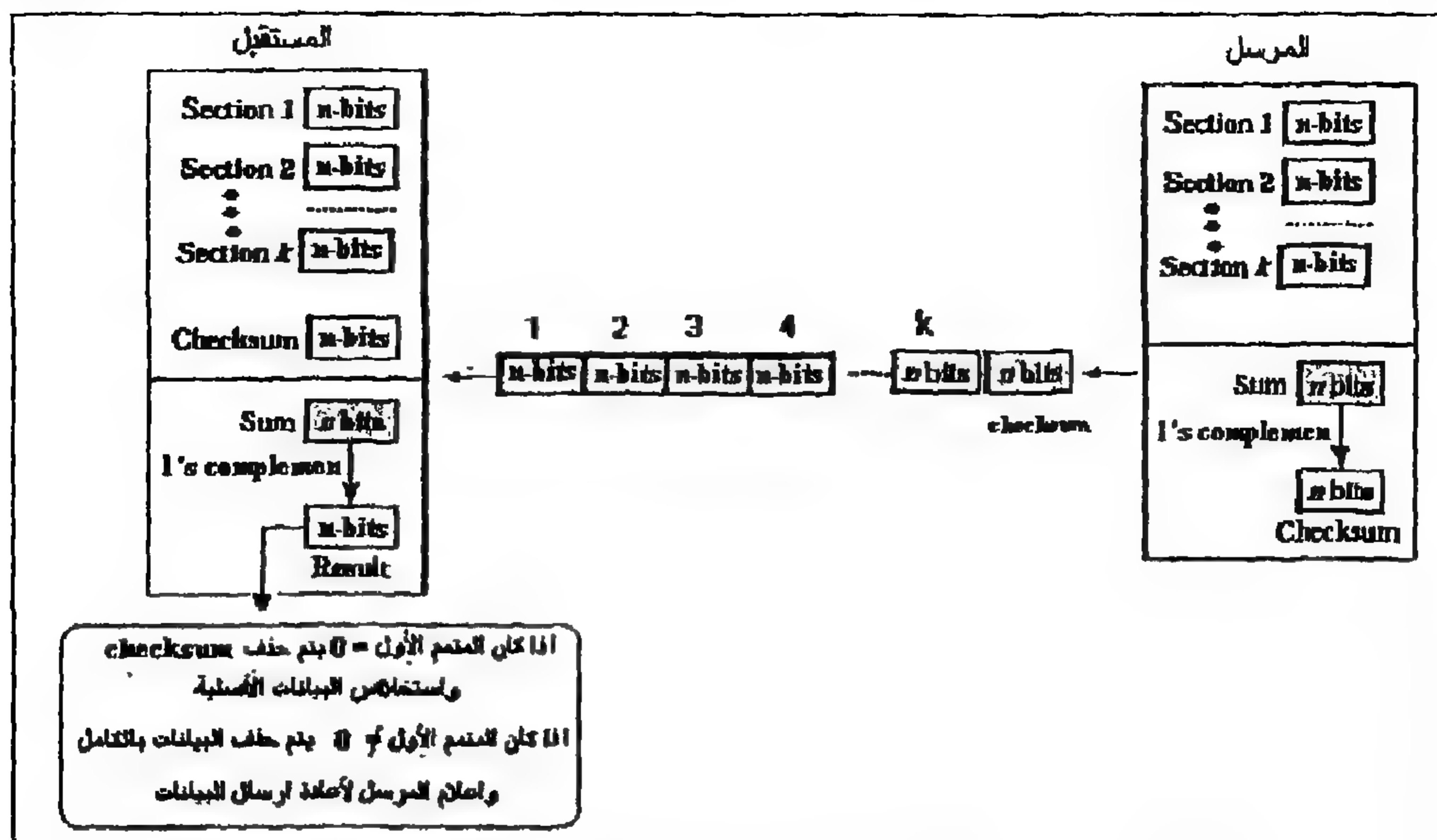
صحيحة وسترفض البيانات بالكامل ويتم مخاطبة المرسل لإعادة إرسال البيانات

مرة أخرى

الشكل رقم 11 يوضح طريقة تقنية checksum أثناء الإرسال والاستقبال

ملحوظة: يتم إيجاد المتمم الأول (1's complement) للمجموع الثنائي بواسطة عكس

قيمة كل بت من 1 إلى 0 والعكس



شكل 11: طريقة تقنية checksum أثناء الإرسال والاستقبال

مثال 9 :

باستخدام تقنية checksum

(1) إذا كانت البيانات الأصلية المراد إرسالها تساوي (10101001 00111001)

أحسب مقدار checksum وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسل

(2) إذا تم استقبال كتلة البيانات (10101001 00111001 00011101) احسب

مقدار المتمم الأول (1's complement) وانكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة

مع ذكر السبب

(3) إذا تم استقبال كتلة البيانات (10101001 00111001 00011111) احسب

مقدار المتمم الأول (1's complement) وانكر هل البيانات سليمة أم غير سليمة

مع ذكر السبب

الحل:

(1) إرسال البيانات (10101001 00111001)

تتكون كتلة البيانات الأصلية المراد إرسالها من 16 bits . وبفرض أن checksum يحتوي على 8 bits فإننا سنقسم الكتلة إلى قسمين كل قسم يحتوي على 8 bits

10101001 00111001

إيجاد المجموع الثنائي للقسمين :

```

10101001
00111001
-----
Sum 11100010
    
```

إيجاد checksum بواسطة إيجاد 1's complement للمجموع

Checksum = 00011101

البيانات المرسلّة تكون

The pattern sent is 10101001 00111001 00011101

(2) استقبال كتلة البيانات (10101001 00111001 00011101)

سيقوم المستقبل بإيجاد مجموع الثلاثة أقسام ثم يوجد المتمم الأول 1s complement للمجموع

```

10101001
00111001
00011101
-----
Sum 11111111
    
```

1's Complement = 00000000.

حيث أن المتمم الأول يساوي أصفار والذي يعني أن كتلة البيانات صحيحة وبالتالي سيتم حذف checksum واستخلاص البيانات الأصلية

(3) استقبال كتلة البيانات (10101001 00111001 00011111)

سيقوم المستقبل بإيجاد مجموع الثلاثة أقسام ثم يوجد 1s complement للمجموع

$$\begin{array}{r}
 10101001 \\
 00111001 \\
 00011111 \\
 \hline
 1 \text{ المجموع الجزئي } 00000001 \\
 \swarrow \text{1 Carry} \\
 \hline
 \text{Sum } 00000010
 \end{array}$$

1's Complement = 11111101.

حيث أن المتمم الأول لا يساوي أصفار والذي يعني أن كتلة البيانات غير صحيحة وبالتالي سيتم حذف كتلة البيانات بالكامل وإعلام المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخرى

مثال 10 :

تم استقبال كتلة البيانات (10101111 11111001 00011101). باستخدام تقنية checksum هل هذه البيانات سليمة أم غير سليمة ؟ ولماذا ؟

الحل:

بفرض أن checksum يتكون من 8 bits. المستقبل يوجد مجموع الثلاثة أقسام (كل قسم يحتوي على 8 bits)

$$\begin{array}{r}
 10101111 \\
 11111001 \\
 00011101 \\
 \hline
 1 \text{ المجموع الجزئي } 11000101 \\
 \swarrow \text{1 Carry} \\
 \hline
 \text{Sum } 11000110
 \end{array}$$

Complement = 00111001

حيث أن المتمم الأول لا يساوي أصفار والذي يعني أن كتلة البيانات غير صحيحة وبالتالي سيتم حذف كتلة البيانات بالكامل و إعلام المرسل لإعادة إرسال البيانات مرة أخرى

8.4 تقنيات كشف وإصلاح الأخطاء (Hamming Code)

ERROR DETECTION AND CORRECTION

يستخدم Hamming code في اكتشاف وإصلاح Single-bit error. في تقنية Hamming code سيتم توزيع بتات الإسهاب داخل كتلة البيانات خلافا للتقنيات السابقة (VRC, LRC, CRC, and checksum) حيث أنه كانت توضع بتات الإسهاب في نهاية كتلة البيانات الأصلية

الطريقة

أولا : خلال جهاز الإرسال (عملية توليد Hamming code)

بفرض أن عدد بتات البيانات الأصلية يساوي M
 1) إضافة عدد R من بتات الإسهاب إلى بتات البيانات الأصلية . يتم حساب قيمة R من خلال تحقيق المتباينة التالية :

$$2^R \geq M + R + 1$$

الجدول رقم 2 يوضح عدد بتات الإسهاب الإضافية (R) لكل عدد M من البيانات الأصلية والذي يحقق المتباينة السابقة بالإضافة إلى إجمالي عدد البتات المرسله $(M+R)$

جدول 2 : عدد بتات الإسهاب الإضافية (R) لكل عدد M
من البيانات الأصلية بالإضافة إلى إجمالي عدد البتات المرسلة (M+R)

M	R	M+R
1	2	3
2	3	5
3	3	6
4	3	7
5	4	9
6	4	10
7	4	11

بفرض أن عدد بتات البيانات الأصلية يساوي (M=7 bits) فإن عدد بتات الإسهاب
تساوي (R=4 bits) وعدد بتات كتلة البيانات المرسلة بعد إضافة بتات الإسهاب تساوي
(M+R=11 bits)

(2) تحديد أماكن وضع بتات الإسهاب يتم تبعا للعلاقة التالية:

$$position = 2^I$$

حيث أن I تأخذ القيم (0, 1, 2, 3,...)

أي أن بتات الإسهاب تكون في الأماكن رقم (1, 2, 4, and 8) داخل كتلة البيانات
المرسلة وتسمى R1, R2, R4, and R8 حيث أن index (1, 2, 4, and 8) يمثل
مكان وضع كل بت من بتات الإسهاب داخل كتلة البيانات المرسلة

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
d	d	d	R8	d	d	d	R4	d	R2	R1

(3) تحديد قيمة كل بت من بتات الإسهاب

كل بت من بتات الإسهاب يمثل التماثل الزوجي أو التماثل الفردي لمجموعة من بتات البيانات الأصلية تحدد حسب التالي:

ننظر أن التمثيل الثنائي لمكان وضع كل bit من بتات الإسهاب (R1, R2, R4, R8, ...)

0001 = 1 ← يكون R1 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الأول في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

0010 = 2 ← يكون R2 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الثاني في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

0100 = 4 ← يكون R4 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الثالث في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

1000 = 8 ← يكون R8 هو VRC لجميع الأماكن التي يكون bit الرابع في النظام الثنائي لها يحتوي على 1

الجدول رقم 3 يوضح أماكن بتات كتلة البيانات والتمثيل الثنائي لكل مكان

جدول 3 : أماكن بتات كتلة البيانات والتمثيل الثنائي لكل مكان

المكان	التمثيل الثنائي للمكان	المكان	التمثيل الثنائي للمكان
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	10	1010
5	0101	11	1011
6	0110		

من الجدول رقم 3:

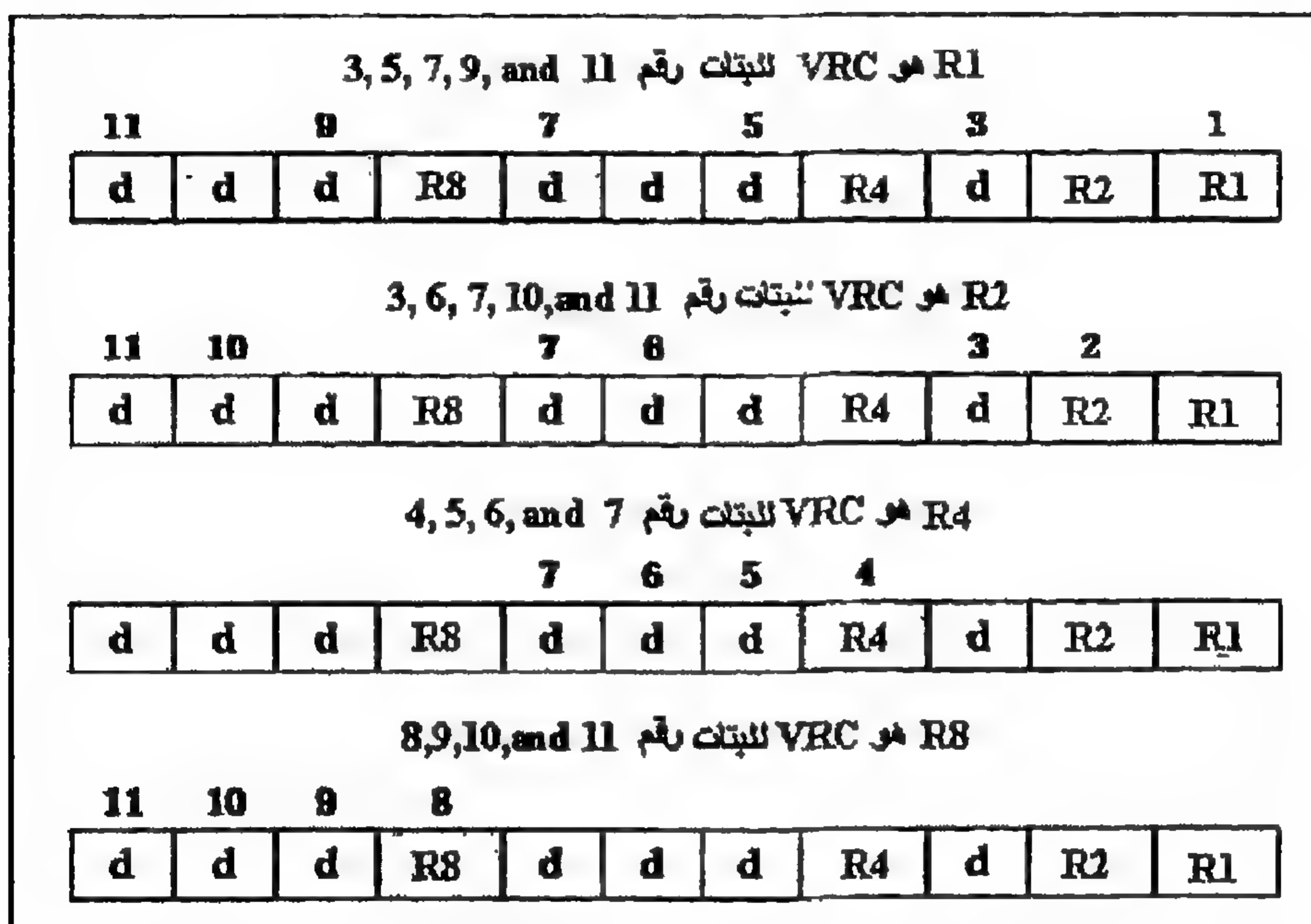
○ R1 هو VRC للبتات رقم (3, 5, 7, 9, and 11)

○ R2 هو VRC للبتات رقم (3, 6, 7, 10, and 11)

○ R4 هو VRC للبتات رقم (5, 6, and 7)

○ R8 هو VRC للبتات رقم (9, 10, and 11)

الشكل رقم 12 يوضح أماكن بتات الإسهاب ومجموعة البتات التي يمثل VRC لها



شكل 12 : أماكن بتات الإسهاب ومجموعة البتات التي يمثل VRC لها

(4) إرسال كتلة البيانات الذي يحتوي على $M + R$ من البتات

ثانيا : خلال جهاز الاستقبال (اختبار Hamming code)

يتم اختبار كتلة البيانات المستقبلية عنى النحو التالي

(1) حساب VRC للمجموعات البتات التالية

○ ($R1, d1, d3, d5, d7, d9$ and $d11$)

○ ($R2, d3, d6, d7, d10$ and $d11$)

○ (R4, d5, d6, and d7)

○ (R8, d9, d10 and d11)

(2) مجموعة VRC الناتجة تمثل التمثيل الثنائي لمكان البت الذي به خطأ.

○ إذا كان التمثيل الثنائي يساوي 0000 تكون البيانات سليمة ويتم حذف

بتات الإسهاب الموجودة في الأماكن (1, 2, 4, and 8)

○ إذا كان التمثيل الثنائي لا يساوي 0000 فيحول هذا التمثيل الثنائي إلى الرقم

العشري المناظر له لتحديد مكان البت الذي به خطأ حيث يتم تغيير قيم هذا

البت من 0 إلى 1 أو العكس بناءً على قيمته المستقبلية

مثال 11 :

بفرض استخدام Hamming code . إذا علمت أن البيانات الأصلية هي (1001101) .

خلال جهاز الإرسال يتم توليد Hamming code وتحديد كتلة البيانات المرسلّة. أوجد

التالي

(1) عدد بتات الإسهاب R

(2) أماكن وضع بتات الإسهاب

(3) قيمة كل بت من بتات الإسهاب

(4) كتلة البيانات المرسلّة

الحل:

عند المرسل يتم إجراء التالي

البيانات الأصلية : 1 0 0 1 1 0 1

عدد بتات البيانات الأصلية : $M = 7$

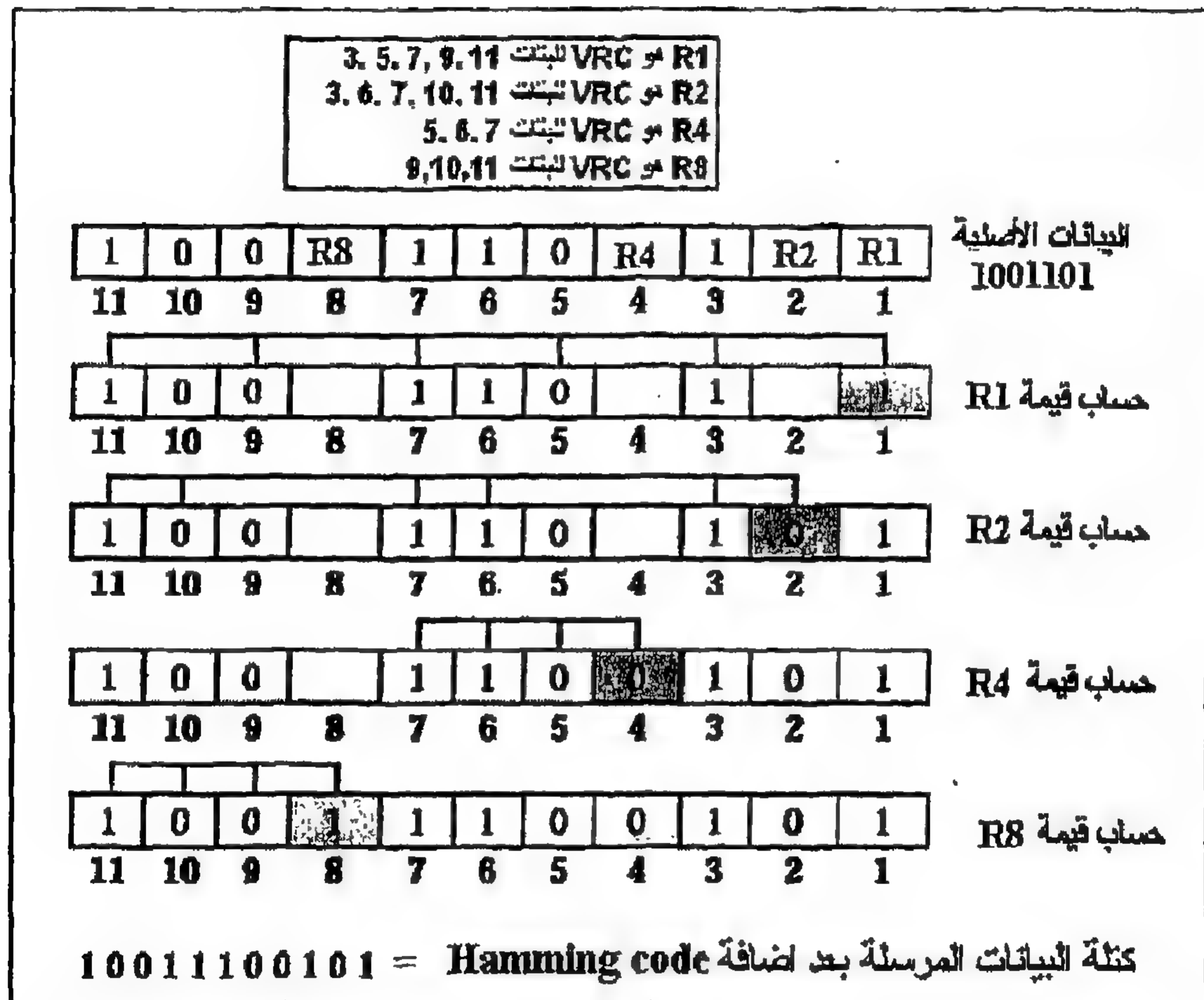
(1) عدد بتات الإسهاب : $R = 4$

(2) أماكن وضع بتات الإسهاب R1, R2, R4, R8: المكان الأول والثاني والرابع والثامن.

الشكل رقم 13 يوضح عملية إيجاد قيمة بتات الإسهاب وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلية
(3) من الشكل رقم 13:

$$R1 = 1, R2 = 0, R4 = 0, \text{ and } R8 = 1$$

(4) كتلة البيانات المرسلية بعد إضافة بتات الإسهاب هي: 10011100101



شكل 13: عملية إيجاد قيمة بتات الإسهاب وكذلك قيمة كتلة البيانات المرسلية

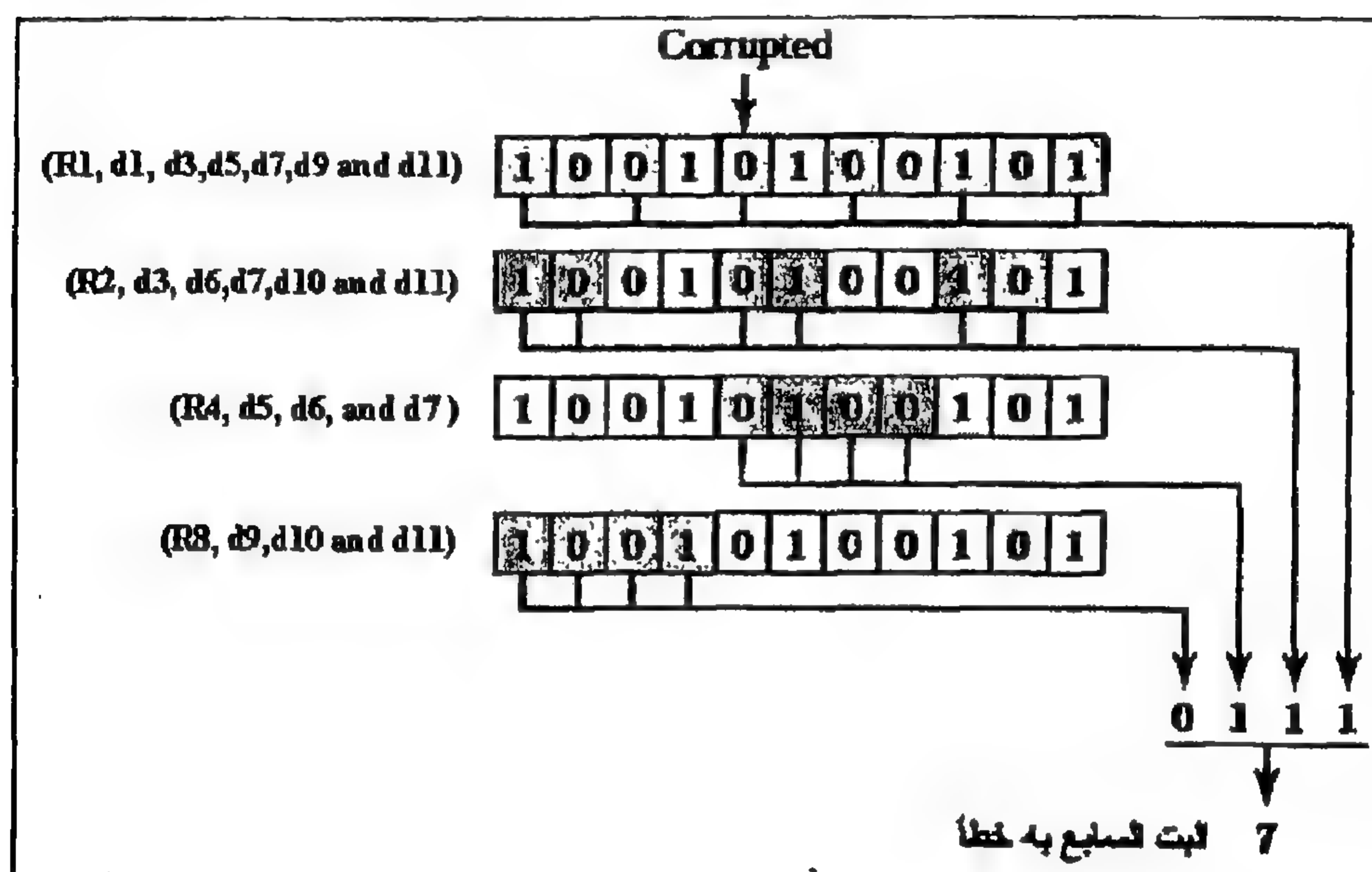
مثال 12:

إذا علمت أن كتلة البيانات المستقبلية هي (10011100101) أوجد باستخدام تقنية Hamming code صحة هذه البيانات وقيمة البيانات الأصلية المرسلية

الحل:

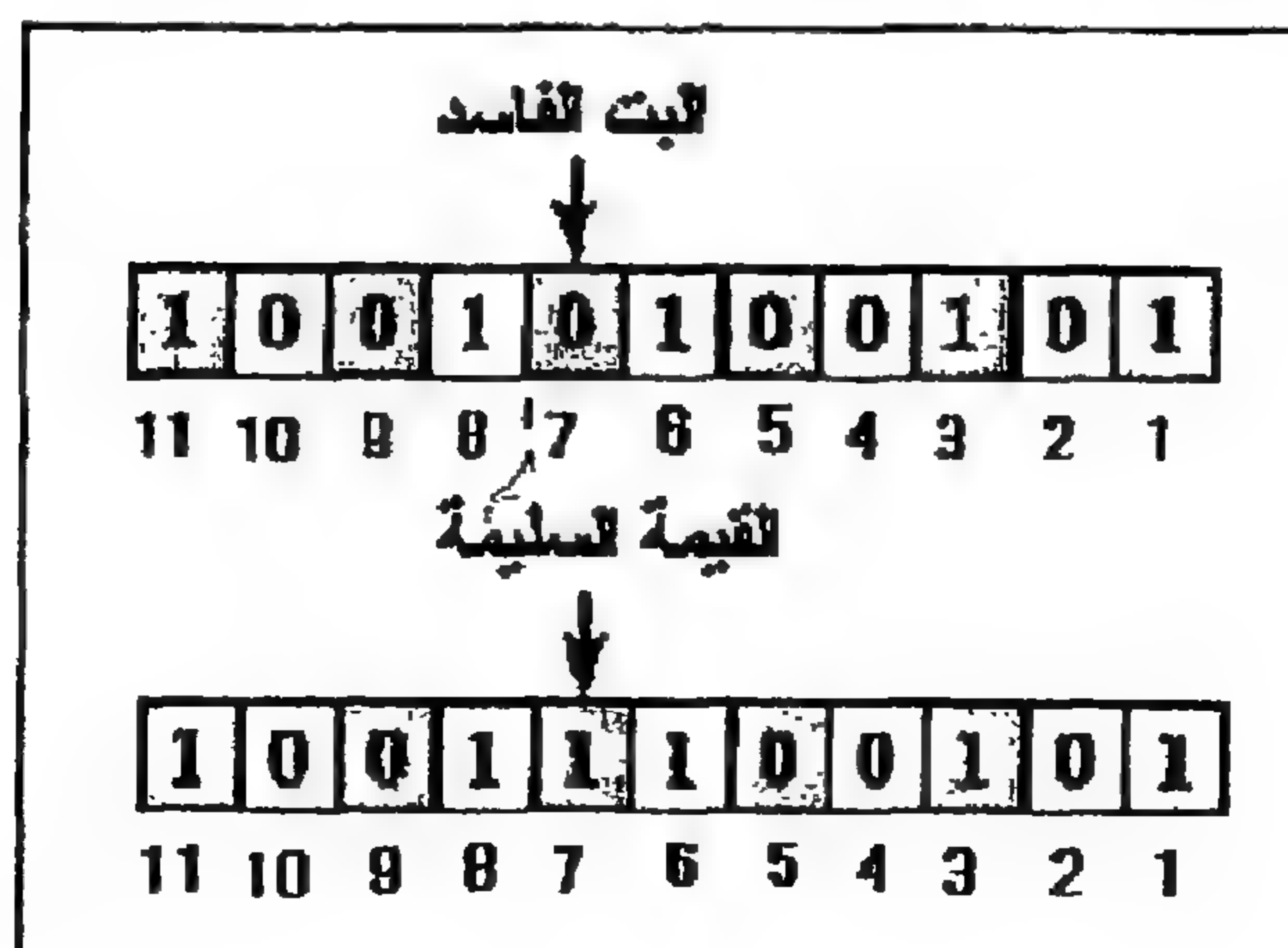
الشكل رقم 14 يوضح عملية حساب VRC للمجاميع التالية عند المستقبل

- (R1, d1, d3, d5, d7, d9 and d11)
- (R2, d3, d6, d7, d10 and d11)
- (R4, d5, d6, and d7)
- (R8, d9, d10 and d11)

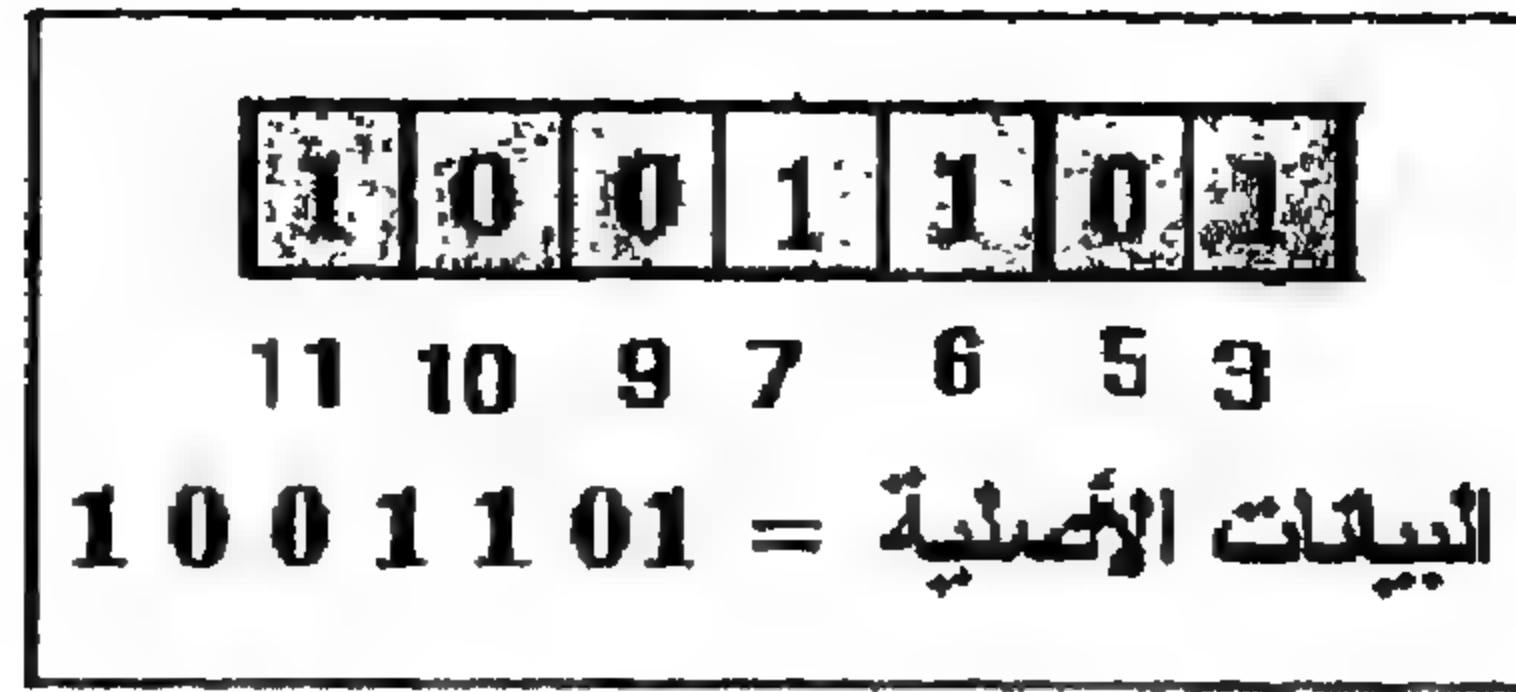


شكل 14 : عملية حساب VRC عند المستقبل

من الشكل رقم 14 يتبين أن البت السابع به خطأ ويتم تغييره من 0 إلى 1



حذف بتات الإسهاب من الأماكن رقم (1, 2, 4, and 8) بالتالي تكون البيانات الأصلية هي:



EXERCISES

(1) أوجد burst length في الرسالة المستقبلية التالية

الرسالة المرسلية

0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1

الرسالة المستقبلية

0 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1

(2) باستخدام جدول ASCII code وضح كيف يمكن إرسال الكلمة Good

(a) باستخدام التماثل الزوجي even parity VRC

(b) باستخدام التماثل الفردي odd-parity VRC

(c) LRC

(3) اختبر وجود الخطأ في وحدات البيانات التالية

a) transmitted : 1 1 1 0 1 1 0 0

received : 1 1 1 1 1 1 0 0

b) transmitted : 1 0 0 0 1 1 0 0

received : 1 1 1 1 1 1 0 0

c) transmitted : 1 1 1 0 1 1 0 1

received : 1 1 1 0 1 1 0 0

d) transmitted : 0 1 1 1 0 1 1 0

received : 1 1 1 1 1 1 0 0

أوجد طول الخطأ المتدفق burst length في كل حالة

(4) أوجد عدد البتات التي يمكن أن تتأثر بالضوضاء (burst noise) إذا كانت فترة الضوضاء (burst noise duration = 2 msec) في كل من الحالات التالية

Data rate = 1500 bps (a)

Data rate = 12000 bps (b)

Data rate = 96000 bps (c)

(5) إشارة لها معدل تكرار (DR = 1 M bps) أحسب عدد bits التي يمكن أن تتأثر بالضوضاء في الحالات التالية

a) Burst noise duration = 1 msec

b) Burst noise duration = 10 msec

(6) باستخدام even parity VRC أوجد parity bit لوحدات البيانات التالية

1 0 0 1 0 1 1 (a)

0 0 0 1 1 0 0 (b)

1 0 0 0 0 0 0 (c)

1 1 1 0 1 1 1 (d)

(7) تم استقبال البيانات التالية : 0 1 1 0 1 0 1 1 . بفرض استخدام even-parity

VRC هل البيانات المستقبلية سليمة ام غير سليمة ولماذا؟

(8) المستقبل استقبل البيانات التالية : 0 1 1 1 0 1 0 1 . بفرض استخدام odd-

parity VRC هل البيانات المستقبلية سليمة ام غير سليمة ولماذا؟

(9) أوجد LRC لوحدات البيانات التالية

1 0 0 1 1 0 0 1 (a)

0 1 1 0 1 1 1 1 (b)

(10) أوجد LRC لوحدة البيانات التالية

1 1 1 1 1 0 0 1 (a)

0 1 1 0 1 1 1 1 (b)

1 1 1 1 1 0 0 1 (c)

0 1 1 0 1 0 1 0 (d)

1 1 1 1 1 1 1 1 (e)

(11) اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي

(a) عملية كشف الأخطاء تتم خلال لنموذج OSI

Physical layer ○

Data link layer ○

Network layer ○

Application layer ○

(b) أي من التقنيات التالية لكشف الأخطاء تستخدم bit التماثل

VRC ○

LRC ○

CRC ○

Checksum ○

(c) أي من التقنيات التالية لكشف الأخطاء تستخدم المتمم الأول

VRC ○

LRC ○

CRC ○

checksum ○

(d) أي من التقنيات التالية لكشف الأخطاء تضيف bit إسهاب واحد فقط إلى البيانات الأصلية

VRC ○

LRC ○

CRC ○

Checksum ○

(e) في تقنية الإسهاب الدوري Cyclic Redundancy check . CRC هو

The divisor ○

The quotient ○

The dividend ○

The remainder ○

(f) في تقنية الإسهاب الدوري Cyclic Redundancy check . the divisor يكون

the CRC

The same size as ○

One bit less than ○

One bit more than ○

Two bit more than ○

(g) إذا كانت البيانات الأصلية هي 11111 و 1010 = divisor و remainder =

110 فإن dividend عند المستقبل يكون

11111011 ○

11111110 ○

1010110 ○

11011111 ○

(h) إذا كانت البيانات الأصلية هي 11111 و 1010 = divisor و remainder =

110 فإن dividend عند المرسل يكون

11111000 ○

111110000 ○

11111 ○

11111010 ○

(i) إذا تم استخدام odd parity check في VRC فإن عدد الأصفار في وحدة

البيانات (8 bits) يكون عدد

Even ○

Odd ○

Indeterminate ○

Nothing of the above ○

(j) إذا تم استخدام even parity check في VRC فإن عدد الأصفار في وحدة

البيانات (8 bits) يكون عدد

Even ○

Odd ○

Indeterminate ○

Nothing of the above ○

(k) في حالة عدم وجود أخطاء فإن مجموع checksum والبيانات عند المستقبل تكون

-0 ○

+0 ○

the complement of the checksum ○

the complement of data ○

(l) في حالة عدم وجود أخطاء فإن Remainder عند المستقبل يكون

Equal to the remainder at the sender ○

Zero ○

Nonzero ○

The quotient at the sender ○

(m) في حالة استخدام CRC : Quotient عند sender يكون

Become the dividend at the receiver ○

Becomes the divisor at the receiver ○

Is discarded ○

Is the remainder ○

(n) VRC تستخدم لكشف الأخطاء في:

Odd number of errors ○

Even number of errors ○

both ○

one-bit error ○

(o) أي من طرق كشف الأخطاء التالية تستخدم Parity bit

VRC ○

LRC ○

CRC ○

VRC and LRC ○

All ○

(p) أي من طرق كشف الأخطاء التالية تستخدم لكشف single-bit error

VRC ○

LRC ○

CRC ○

All ○

(q) أي من طرق كشف الأخطاء التالية تستخدم لكشف burst error

VRC ○

LRC ○

CRC ○

LRC and CRC ○

(r) إذا كان عدد المجموعات 10 و كل مجموعة تحتوي على 8 bits فان عدد بتات

LRC يساوي

10 ○

8 ○

18 ○

80 ○

(12) باستخدام ASCII code تم إرسال حرف G واستقبال حرف D . حدد البتات التي

تم تغييرها ونوع الخطأ الحادث في الحرف المستقبل

(13) أوجد CRC للبيانات التالية 1010011110 إذا كان divisor = 1011 . تأكد

من الناتج

(14) أوجد checksum للبيانات التالية

1001001110010011

1001100001001101

(15) المرسل قام بإرسال 01110001 والمستقبل استقبل 01000001 . إذا تم استخدام

VRC . هل يمكن اكتشاف الخطأ

(16) أوجد Hamming code للبيانات التالية 10011101

- (17) المستقبل استقبل البيانات التالية : 11001100111. عندما استخدم Hamming encoding algorithm عند المستقبل كان ناتج VRC 0101 . أي bit حدث فيه خطأ. ما هي البيانات الصحيحة
- (18) إذا علمت أن البيانات الأصلية هي : 10011101 . وأن التقنية المستخدمة في كشف وتحديد الأخطاء هي (Hamming code) . أوجد التالي
- (a) عدد bits الإضافية (number of redundancy bits)
- (b) إجمالي عدد bits في الإطار المرسل
- (c) توزيع bits الإضافية في الإطار المرسل (position of redundancy bits)
- (d) قيمة bits الإضافية (values of redundancy bits)
- (e) محتوى إطار البيانات عند جهاز الإرسال
- (19) إذا علمت أن البيانات الأصلية هي : 1 0 1 1 0 1 1 . وأن التقنية المستخدمة في كشف وتحديد الأخطاء هي (Hamming code) . أوجد التالي
- (a) عدد bits الإضافية (number of redundancy bits)
- (b) إجمالي عدد bits في الإطار المرسل
- (c) توزيع bits الإضافية في الإطار المرسل (position of redundancy bits)
- (d) قيمة bits الإضافية (values of redundancy bits)
- (e) محتوى إطار البيانات عند جهاز الإرسال
- (20) إذا علمت أن البيانات المستقبلية هي : 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 . وأن التقنية المستخدمة في كشف وتحديد الأخطاء هي (Hamming code) . أوجد التالي
- (a) هل الرسالة المستقبلية سليمة أم غير سليمة . إذا كانت الرسالة غير سليمة حدد موضع الخطأ
- (b) أوجد البيانات الأصلية المرسلة

الفصل التاسع

مهام طبقة الربط

التحكم في التدفق والأخطاء

DATA LINK CONTROL

9.1 مقدمة

في هذا الفصل سيتم دراسة ما يلي:

- (1) كيفية التأكد من دقة وسلامة البيانات المستقبلية
- (2) كيفية تحديد أي من الأجهزة المتصلة بالشبكة ستقوم باستقبال الإشارة
- (3) كيف يتم التأكد من أن المستقبل المعنى بالرسالة جاهز وقادر على استقبال الإشارة
- (4) كيف يتم التحكم في منع جهاز آخر يعمل على الشبكة من إرسال معلومات في نفس الوقت مع الجهاز المعنى بالإرسال

في الطبقة المادية (Physical Layer) لنموذج OSI تمت عملية الإرسال ولكن لم يتم بعد عملية الاتصال والتي تشتمل على الاستقبال والتحكم في السريان مع اكتشاف الأعطال وتصحيحها.

في حالة Half-Duplex يقوم جهاز واحد فقط بعملية الإرسال في كل لحظة (at each time) إذا كان طرفي الرابط يضعان الإشارة على الرابط في نفس الوقت فانه سيحدث تصادم للبيانات (Collide) ولا يكون هناك إشارة ولكن يوجد ضوضاء (leaving nothing on the line but not noise). تنظيم الإرسال في حالة Half-Duplex يسمى بعملية انضباط أو انتظام العمل على الرابط (Line discipline) التي هي أحد المهام الرئيسية لطبقة ربط البيانات (data Link Layer)

بالإضافة إلى مهمة تنظيم العمل على الرابط (Line Discipline) فإن طبقة ربط البيانات (Data Link Layer) تقوم بمهمة التحكم في التدفق (Flow Control) ومهمة التحكم في الأخطاء (Error Control)

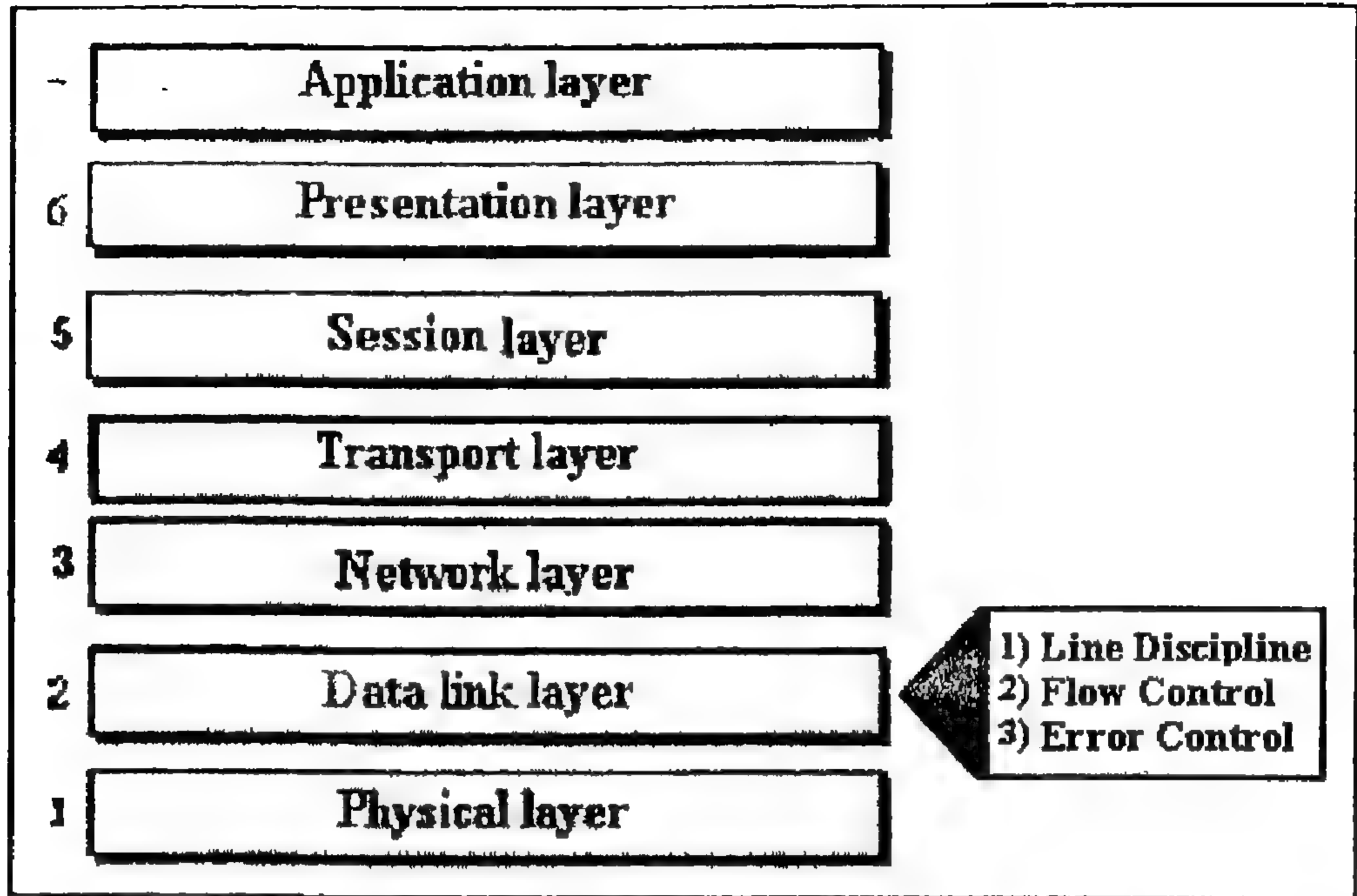
عملية اكتشاف الأخطاء وتصحيحها تمت مناقشته في الفصل الثامن والخاص بتقنيات اكتشاف الأخطاء وإصلاحها (Error Detection and Correction)

انضباط المسار (Line discipline): تعني تنظيم العمل على الرابط. أي هي عملية تحديد الجهاز الذي يجب أن يرسل الآن، وإلى أين سيرسل.

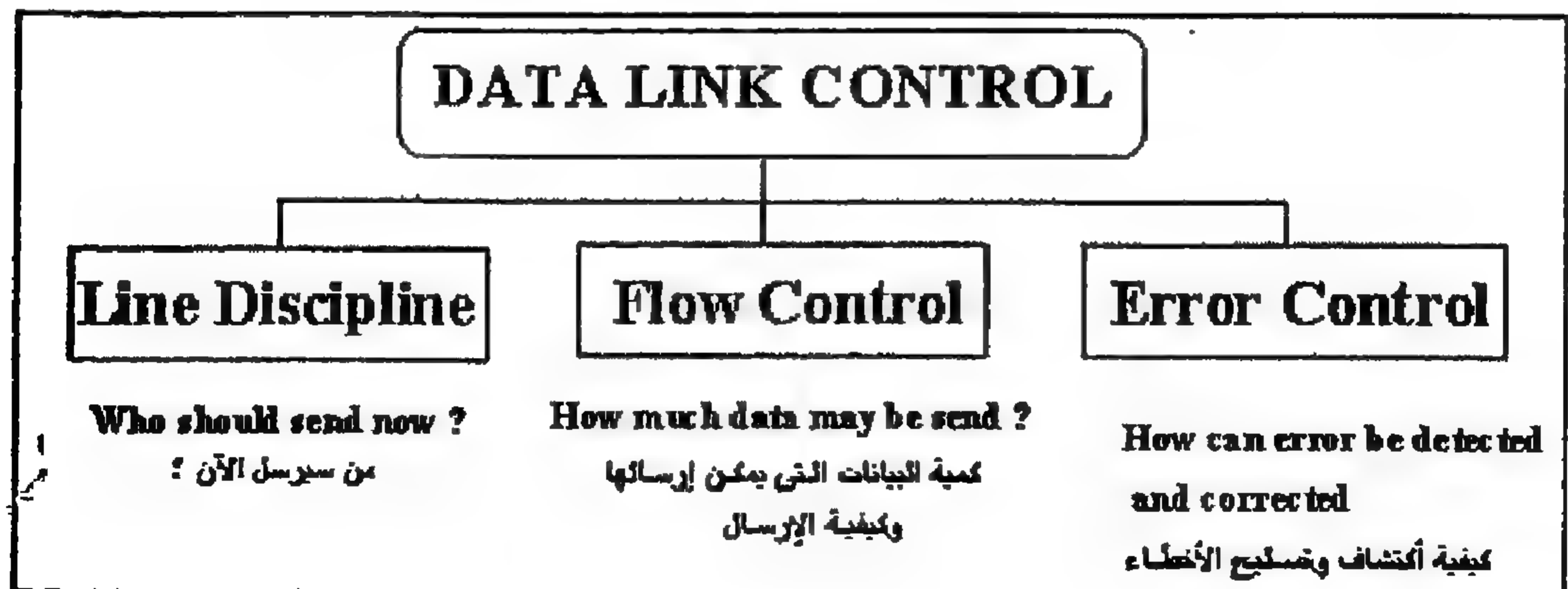
التحكم في التدفق (Flow Control): تعني بتحديد حجم البيانات المراد إرسالها قبل استقبال رسالة إقرار والتي يتم إرسالها بواسطة المستقبل

التحكم في الأخطاء (Error Control): تعني عملية اكتشاف الخطأ وإصلاحه. هذه العملية تسمح للمستقبل أن يخبر المرسل بإطار البيانات المفقود أو الغير صحيح وتنظيم عملية إعادة إرسال إطارات البيانات المفقودة أو الغير صحيحة

الشكل رقم 1 يوضح طبقات OSI model ومهام طبقة الربط Data link layer. الشكل رقم 2 يوضح مهام طبقة الربط



شكل 1 : طبقات OSI model ومهام طبقة الربط Data link layer



شكل 2 : مهام طبقة الربط

9.2 تنظيم الإرسال على الرابط (انضباط المسار) LINE DISCIPLINE

لا يمكن إرسال الرسائل أو البيانات حتى يتم التأكد أولاً من أن المستقبل المعنى بالرسالة يعمل وجاهز لاستقبال الرسالة. حيث أنه من غير البديهي إرسال رسالة إلى جهاز لا يعمل أو غير جاهز للعمل. لذلك يجب أن يكون هناك رسالة استعلام (enquiry) ترسل قبل الرسالة المراد إرسالها للسؤال عن أهلية المستقبل للاستقبال. إذا كان المستقبل المعنى جاهزاً فإنه يرسل رسالة أقرار (Acknowledgment- ACK) إلى المرسل لإخباره أنه مستعد لاستقبال الرسالة.

بصورة عامة فإن عملية Line Discipline تعني عملية تنظيم عملية الإرسال وتحديد الجهاز الذي يمكنه الإرسال ومدى أهلية المستقبل لاستقبال الرسالة

لماذا عملية الاستعلام (enquiry)

تتخذ عملية الاستعلام (enquiry) لعدم إشغال الرابط برسائل مرسلة إلى أجهزة لا تعمل أو غير مستعدة لاستقبال الرسائل وبالتالي لا يضيع المرسل وقته في إرسال معلومات لن تصل إلى المستقبل أو يحدث لها تدخل مع معلومات أخرى على الرابط

طرق انضباط المسار

هناك طريقتان لتنظيم وانضباط عملية الإرسال على الرابط (Line Discipline) هما :

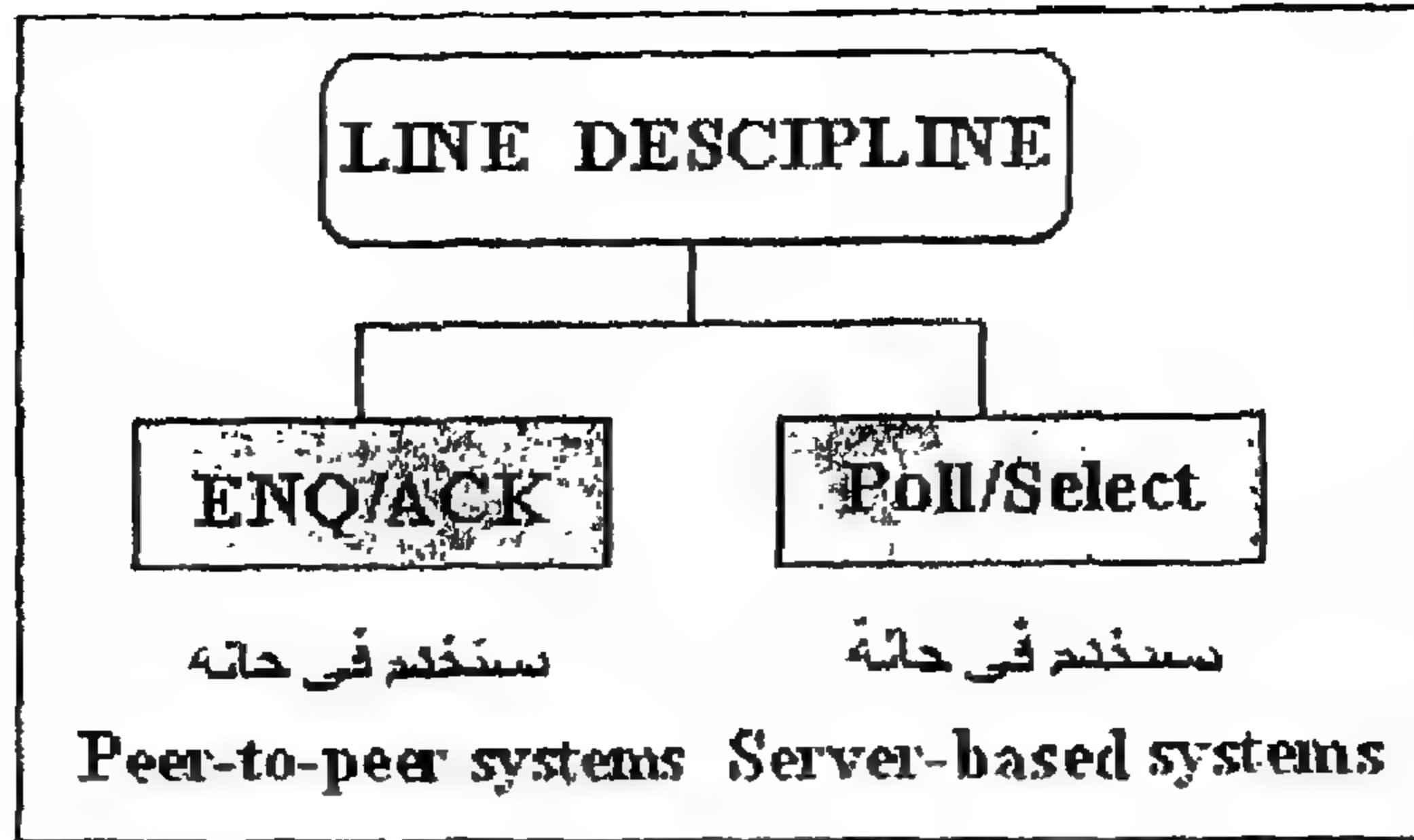
(1) طريقة استعلام / إقرار (ENQ/ACK) Enquiry / Acknowledgment:

تستخدم مع أنظمة peer-to-peer

(2) سحب / اختيار Poll / Select : تستخدم مع أنظمة Server-based

(primary/secondary)

الشكل رقم 3 يوضح طرق Line Discipline

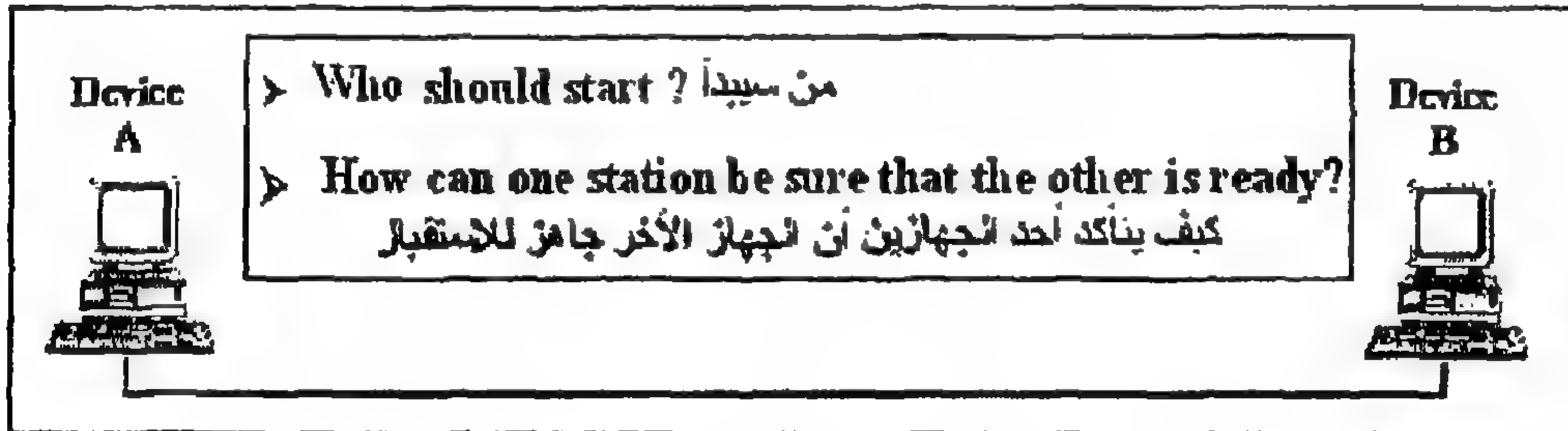


شكل 3 : طرق Line Discipline

ENQ/ACK Method (9.2.1)

تستخدم هذه الطريقة مع أنظمة peer-to-peer. تستخدم أساساً في الأنظمة التي لا يكون هناك سؤال عن المستقبل الذي استلم الرسالة بطريق الخطأ أي عندما يكون هناك خط محجوز (dedicated line) بين جهازين أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال. الشكل

رقم 4 يوضح مفهوم ENQ/ACK



شكل 4: مفهوم ENQ/ACK

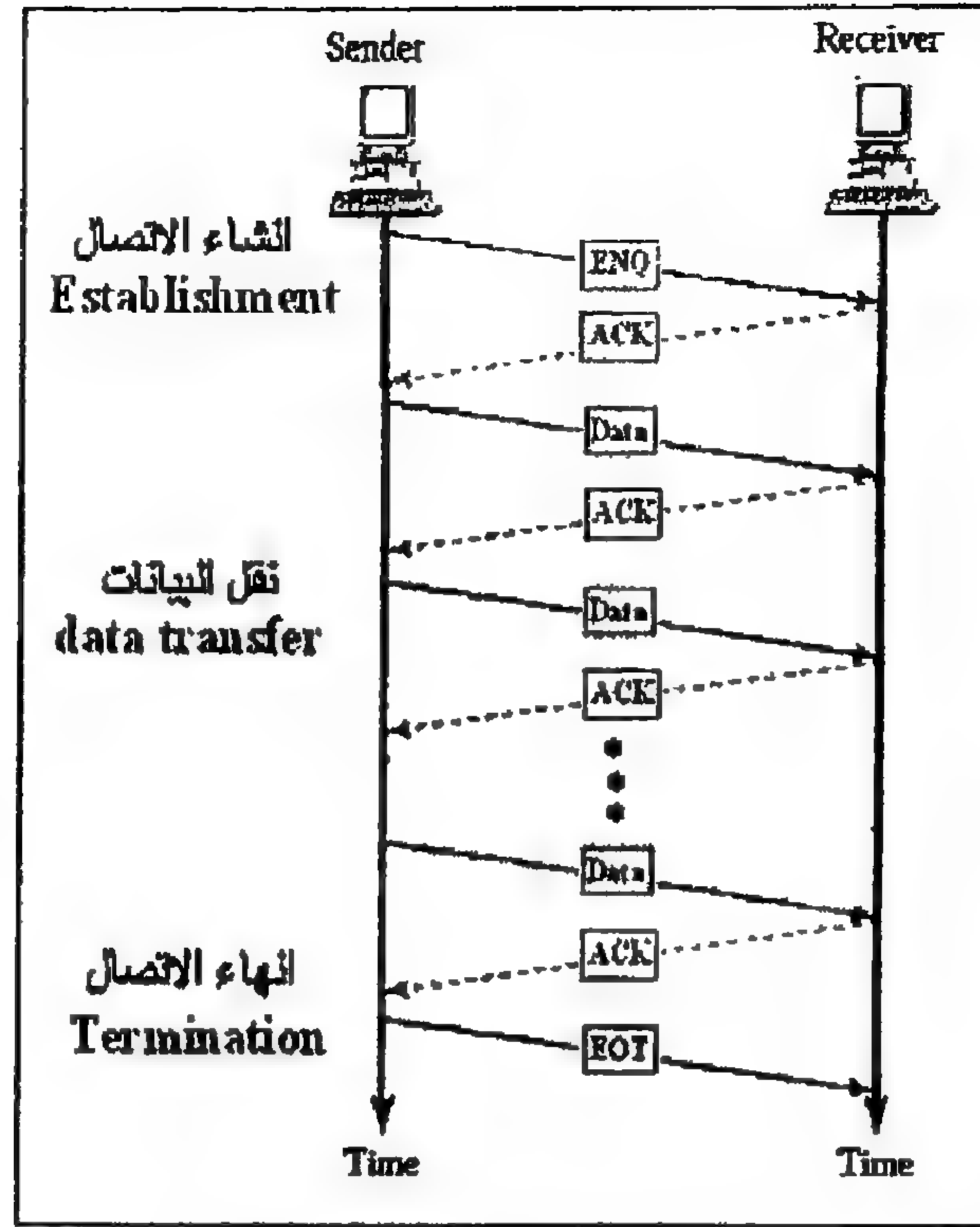
عملية ENQ/ACK تحدد أي جهاز يمكنه بدء عملية الإرسال وهل الجهاز الآخر المعني بالاستقبال جاهز وقادر على الاستقبال (Enabled and ready). استخدام ENQ/ACK يمكن من بداية المحادثة بين جهازين على الرابط في حالة إذا كانت درجة البداية للجهازين متساوية. مثال لذلك لا يستطيع printer بداية الاتصال مع CPU.

في كل من Half-duplex and Full-duplex systems الجهاز البادئ (initiator) هو الذي ينشأ المحادثة (establishing session) في حالة Half-duplex systems يقوم initiator بإرسال بياناته حيث يكون الجهاز الآخر (responder) في حالة انتظار . يبدأ responder في الدخول على الرابط عندما ينتهي initiator من إرسال البيانات أو يطلب منه الإجابة . في حالة Full-duplex system يستطيع كل من initiator and responder الإرسال في نفس الوقت بمجرد بداية المحادثة (session has been established)

طريقة عمل ENQ/ACK

- (1) يقوم initiator بإرسال إطار (frame) يسمى (an enquiry-ENQ) للسؤال عن استعداد المستقبل لاستقبال البيانات
- (2) يقوم المستقبل بالرد أما بالإقرار الإيجابي (ACK) وإرسال إطار يفيد ذلك أو إرسال إطار إقرار سلبي (Negative Acknowledgment- NAK) يفيد أنه غير مستعدا لاستقبال الرسائل
- (3) إذا لم يستلم المرسل (ACK) أو (NAK) في خلال فترة زمنية محددة سيفترض المرسل أن إطار ENQ قد فقد وسيقوم بإرسال إطار ENQ بديل
- (4) نظام الابتداء (initiating system) عادة يعمل ثلاث محاولات (three attempts) لإنشاء الرابط
- (5) إذا كان الرد إقرار سلبي لثلاث محاولات فسيتم فصل الاتصال ثم يكرر نفس العملية في وقت آخر
- (6) إذا كان الرد ايجابي سيقوم initiator بإرسال البيانات
- (7) بمجرد إرسال كل البيانات سيقوم نظام الإرسال (sending system) بإنهاء الإرسال وذلك بإرسال إطار (End Of Transmission-EOT)

الشكل رقم 5 يوضح طريقة عمل ENQ/ACK



شكل 5: طريقة عمل ENQ/ACK

Poll/Select Method (9.2.2)

تستخدم هذه الطريقة مع أنظمة server-based حيث أن جهاز server أو primary يكون دائما initiator وعدد آخر من الأجهزة clients . يمكن اعتبار أن هذه الطريقة تستخدم مع multipoint configuration وذلك بعكس الطريقة السابقة (ENQ/ACK method) والتي تستخدم مع point-to-point configuration.

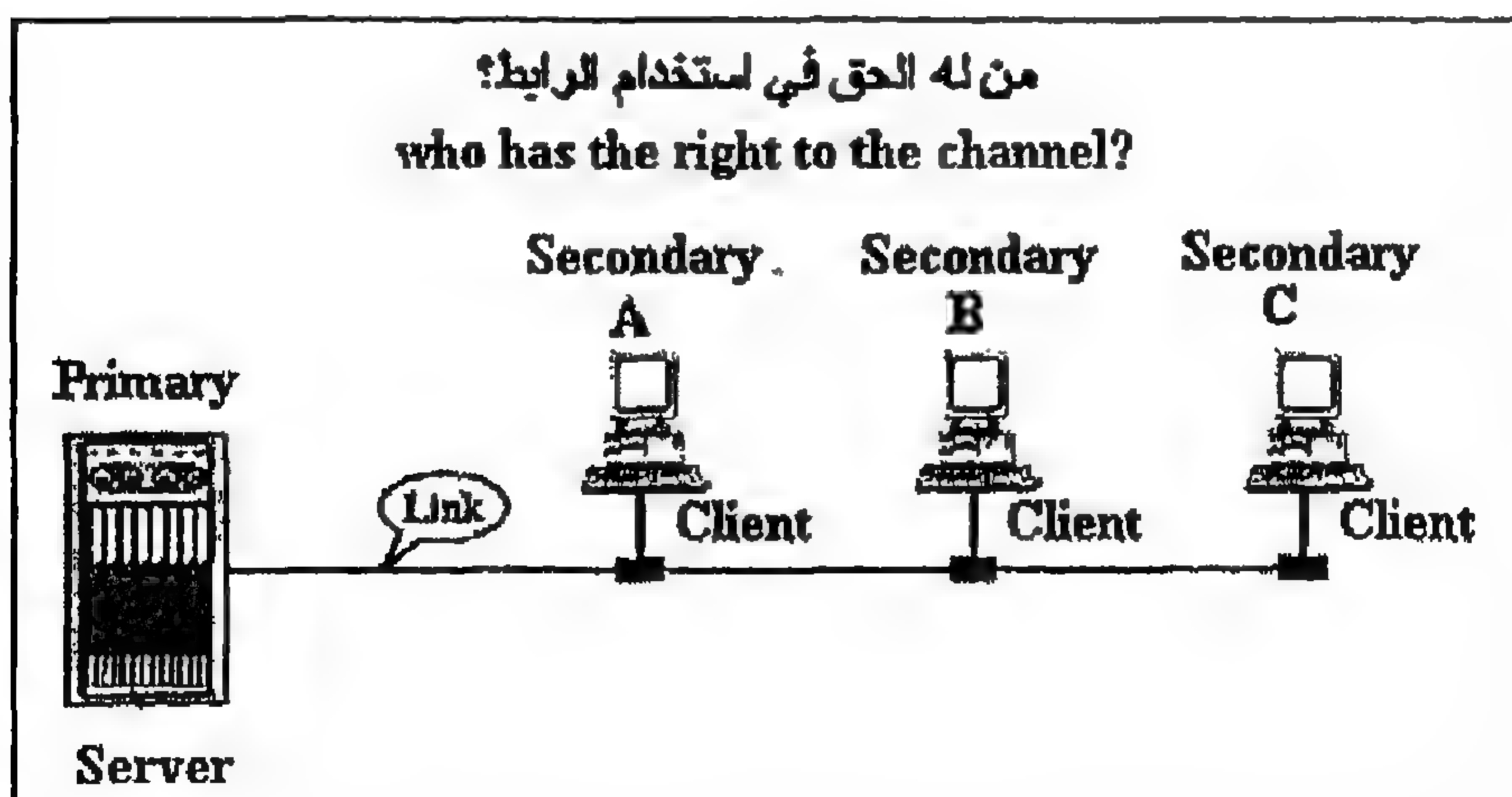
السؤال الذي يتم طرحه في هذه الطريقة هو هل client جاهز؟ وأي من

clients له حق استخدام الرابط ؟

طريقة العمل

- حيث أنه يوجد رابط واحد فقط فستكون جميع عمليات الاتصال بين طرفين أحدهما هو primary (server)
- يتحكم جهاز primary في الرابط وسيتبع جميع clients تعليماته
- يحدد primary أي client له السماح باستخدام الرابط في الوقت المحدد وذلك من خلال العنوان (Addressing)
- سيكون Primary هو للبادئ للمحادثة
- إذا أراد primary استلام بيانات ميسال أجهزة clients إذا كان لديها أي شيء للإرسال وتسمى هذه العملية Polling
- إذا أراد primary إرسال بيانات سيخبر أحد client المعنية بالاستقبال للاستعداد لاستلام الرسالة وتسمى هذه العملية Selecting

الشكل رقم 6 يوضح عملية Poll/Select



شكل 6: عملية Poll/Select

(a) العنوان Addressing

لتحديد أي من الأجهزة الفرعية (clients) سيعمل مع primary يجب أن يكون هناك عنوان لكل جهاز فرعي (client). عملية العنوان غير موجودة في الطريقة السابقة (ENQ/ACK method) لأن هناك جهازين فقط على الرابط (point-to-point configuration) أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال.

بروتوكول Poll/select يجب أن يحدد عنوان client الذي سيقوم باستقبال الرسالة وذلك في حالة الإرسال من primary إلى client أو عنوان client الذي سيرسل بياناته إلى primary. يحدد العنوان في جزء معين من كل إطار

(b) الاختيار Select

عملية select تستخدم عندما يكون primary لديه شيء يريد إرساله. سيحدد في الإطار عنوان client وبالتالي سيتم اختيار أحد client للتعامل مع primary والذي سينتظر الرد من هذا client أي أنه قبل أن يقوم primary بإرسال البيانات يقوم بإرسال إطار select (SEL) يحتوي أحد مجالاته على عنوان client. الشكل رقم 7 يوضح عملية

Select

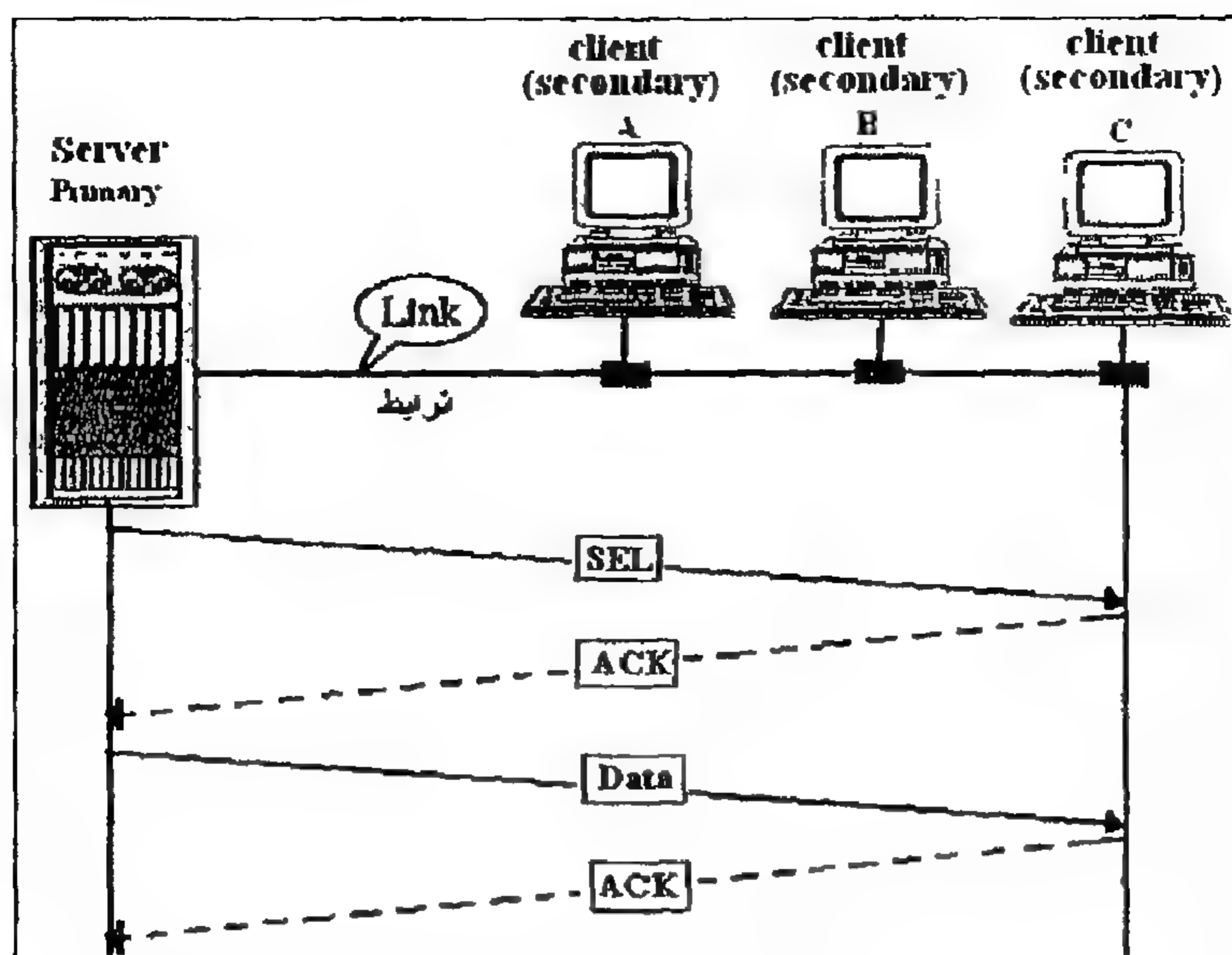
○ حيث أننا لدينا في هذه الطريقة شبكة multipoint فسيرى كل الأجهزة الفرعية إطار SEL وذلك لوجود رابط واحد لكل الأجهزة

○ الجهاز الذي عنوانه متفق مع العنوان الموجود في إطار SEL سيقوم باستقبال الإطار.

○ البيانات الموجودة في إطار SEL تحتوي على إعلام بوجود بيانات ستأتي بعد ذلك

○ إذا كان الجهاز المعني بالاستقبال مستعدا للاستقبال فإنه سيرسل إطار ACK إلى

primary الذي سيقوم بدوره بإرسال إطارات بالبيانات المراد إرسالها



شكل 7: عملية Select

(c) السحب Poll

عملية poll تستخدم بواسطة primary لحث (solicit) أحد الأجهزة الفرعية (clients) لإرسال البيانات التي لديها. لن يسمح للجهاز الفرعي (client) بإرسال معلومات إذا لم يسأل عن إرسالها. بواسطة احتفاظ primary بالتحكم في الرابط فلن يسمح لأكثر من جهاز بإرسال بيانات في نفس الوقت. الشكل رقم 8 يوضح عملية Poll

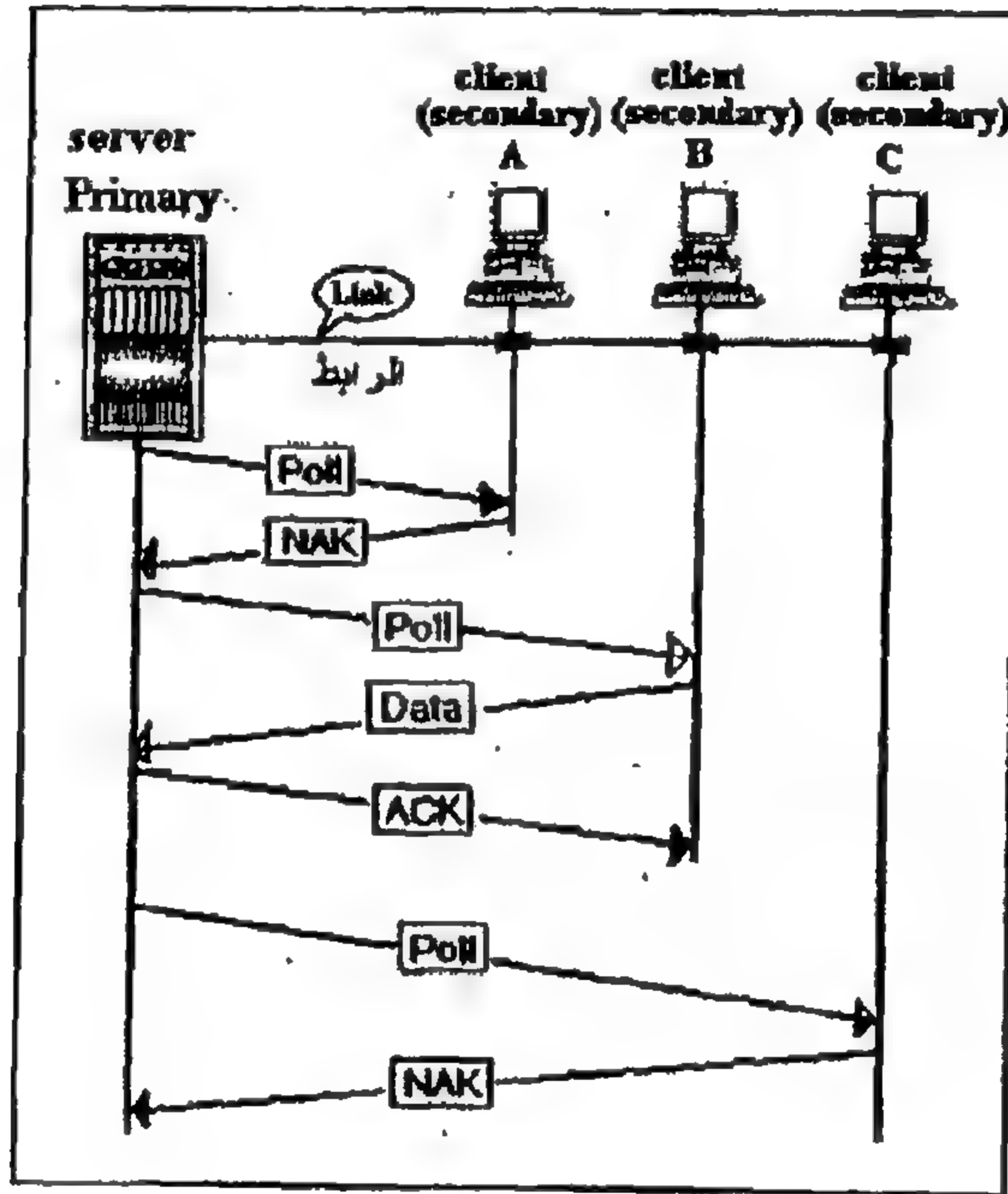
○ عندما يكون primary جاهز لاستقبال بيانات سيقوم بإرسال Poll بالتتابع إلى كل client للسؤال عما إذا كان لديه شيء يريد إرساله

○ الجهاز الأول سيقوم بإرسال إطار إقرار سلبي إذا لم يكن لديه شيء للإرسال أو إرسال إطار بيانات إذا كان لديه ما يرسله

○ إذا كان إقرار الجهاز الأول سلبي وذلك بإرسال إطار إقرار سلبي سيتم عمل Polling للجهاز الثاني بنفس الطريقة السابقة

○ إذا كان الرد إقرار ايجابي (إرسال إطارات بيانات) سيقراً primary الإطار وسيقوم بإعادة إطار إقرار (ACK) لتأكيد الاستلام

- يمكن للجهاز الفرعي (client) من إرسال إطارات بيانات متتابعة أو الانتظار بعد كل إطار لاستلام ACK من primary قبل إرسال الإطار التالي تبعاً للبروتوكول المستخدم
- يوجد طريقتان لإنهاء تبادل البيانات: إما أن يقوم الجهاز الفرعي (client) بإرسال بياناته تنتهي بإطار (EOT) أو يقوم primary بإنهاء الاتصال (Time is up)
- بمجرد انتهاء الجهاز الفرعي (client) من الإرسال سينقل Polling إلى الجهاز الذي يليه



شكل 8: عملية Poll

9.3 التحكم في تدفق البيانات FLOW CONTROL

التحكم في التدفق (Flow control) يرمز إلى مجموعة من الخطوات التي تستخدم لتحديد كمية البيانات التي يستطيع sender أن يقوم بإرسالها قبل انتظار الإقرار (acknowledgment). في معظم البروتوكولات يكون التحكم في التدفق عبارة عن

مجموعة من الخطوات (Procedures) التي تخبر المرسل بكمية البيانات التي يستطيع إرسالها قبل انتظاره لإطار الإقرار (ACK) من المستقبل.

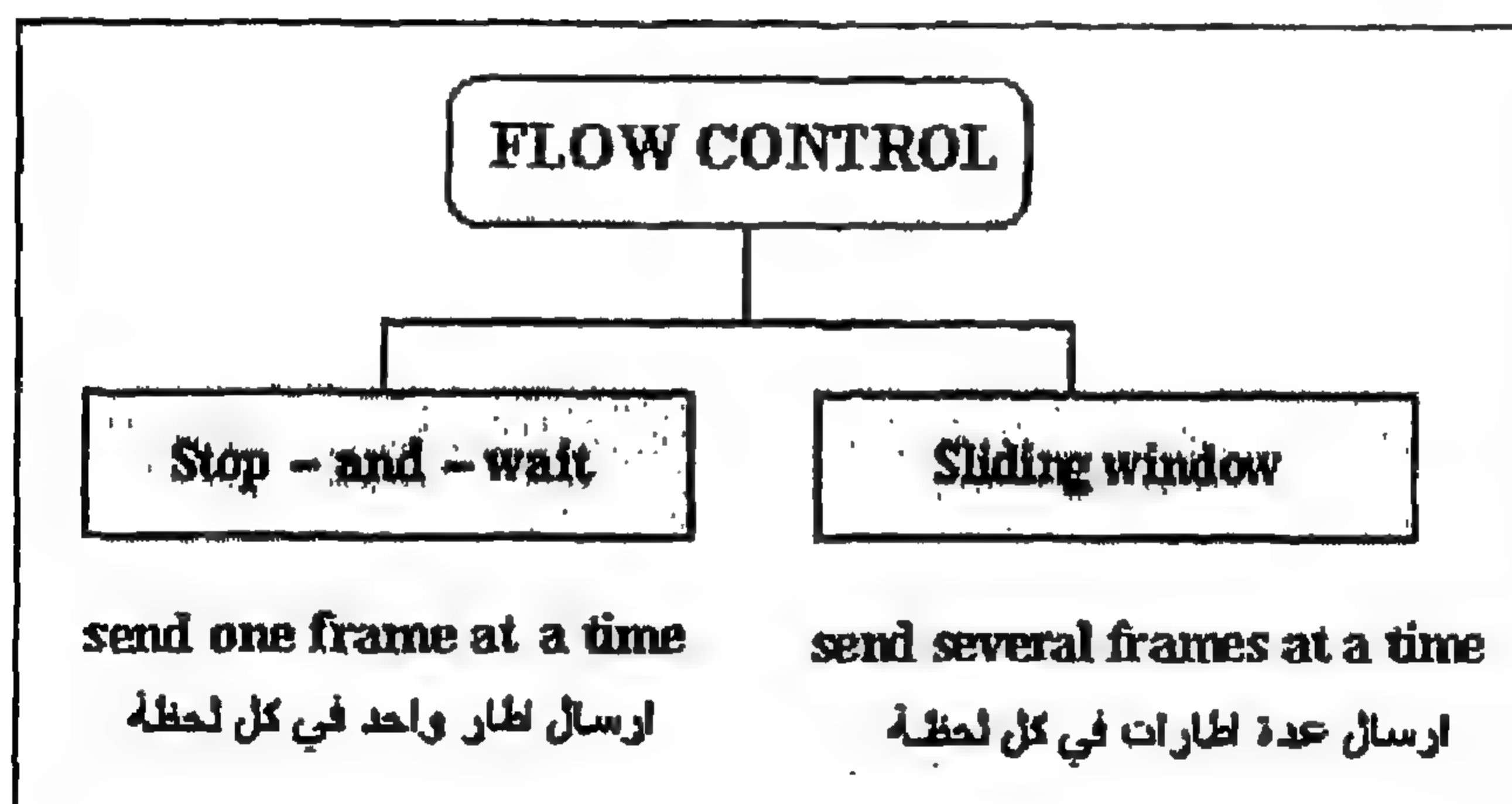
البيانات المستقبلية يجب أن تختبر وتعالج قبل استخدامها. عادة ما يكون معدل المعالجات داخل جهاز الاستقبال أقل من معدل إرسال البيانات ولهذا السبب يحتوى كل جهاز استقبال على ذاكرة تسمى Buffer يتم تخزين البيانات فيها حتى يتم معالجتها وإذا امتلأ Buffer فسيتم إخبار المرسل بذلك لوقف الإرسال حتى ينتهي المستقبل من معالجة البيانات

يوجد طريقتان للتحكم في التدفق خلال الرابط هما

(a) Stop-and-Wait التوقف والانتظار

(b) Sliding Windows الشبائيك المزحقة

الشكل رقم 9 يوضح طرق التحكم في التدفق

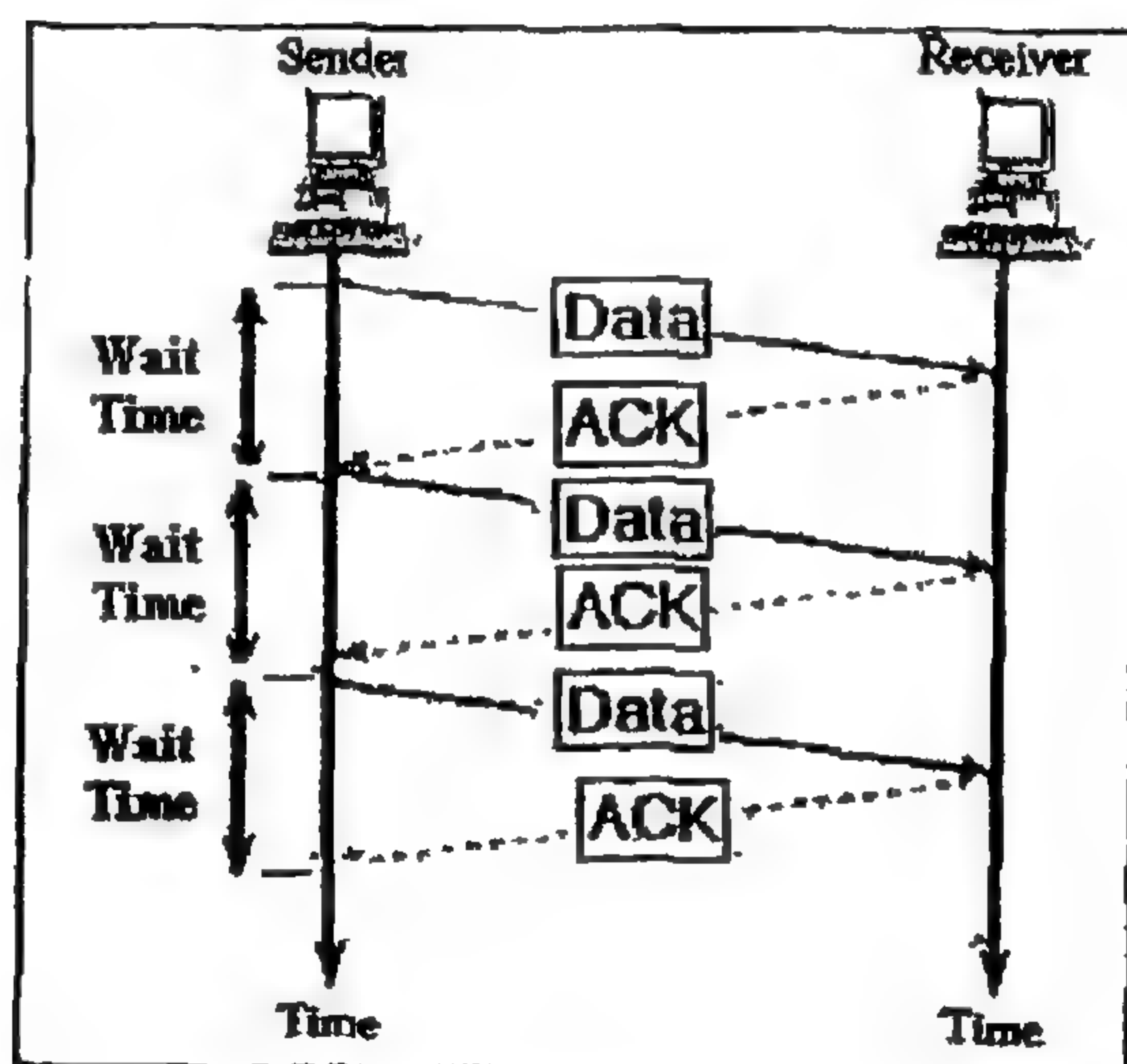


شكل 9 : طرق التحكم في التدفق

9.3.1 Stop-and-Wait Method

في هذه الطريقة سينتظر المرسل لاستلام إطار الإقرار (ACK) المرسل من المستقبل بعد إرسال كل إطار بيانات. هذه العملية تتم بالتتابع (sending a frame and wait) حتى يتم إنهاء الإرسال من خلال إرسال إطار EOT.

تمتاز هذه الطريقة بالبساطة حيث أن كل إطار سيتم اختبارُه بواسطة المستقبل وسيقوم المستقبل بإرسال إقرار للمرسل قبل أن يرسل إطار البيانات التالي من عيوب هذه الطريقة: (1) عدم الكفاءة حيث أنها بطيئة فإذا كان المسافة بين الجهازين كبير فسيكون هناك زمن طويل لانتظار ورود الإقرار بين كل إطارين للبيانات. (2) سيحمل الرابط بإطار واحد فقط في كل لحظة إرسال عادة يحتوي الإطار على رقم 0 أو 1 للدلالة على رقم الإطار. الوقت بين إرسال الإطار والإقرار يعتمد على فترة انتشار (propagation) البيانات ذهاباً وإياباً. الشكل رقم 10 يوضح عملية stop-and-wait



شكل 10: عملية stop-and-wait

Sliding Window (9.3.2)

في هذه الطريقة سيتم إرسال مجموعة من إطارات البيانات قبل الحاجة إلى إرسال الإقرار. سيحمل الرابط بأكثر من إطار للبيانات في المرة الواحدة وذلك بعكس الطريقة السابقة (stop and wait method) حيث سيكون الرابط محمل بإطار واحد فقط. في هذه الطريقة سيتم استلام إقرار (ACK) لمجموعة من الإطارات

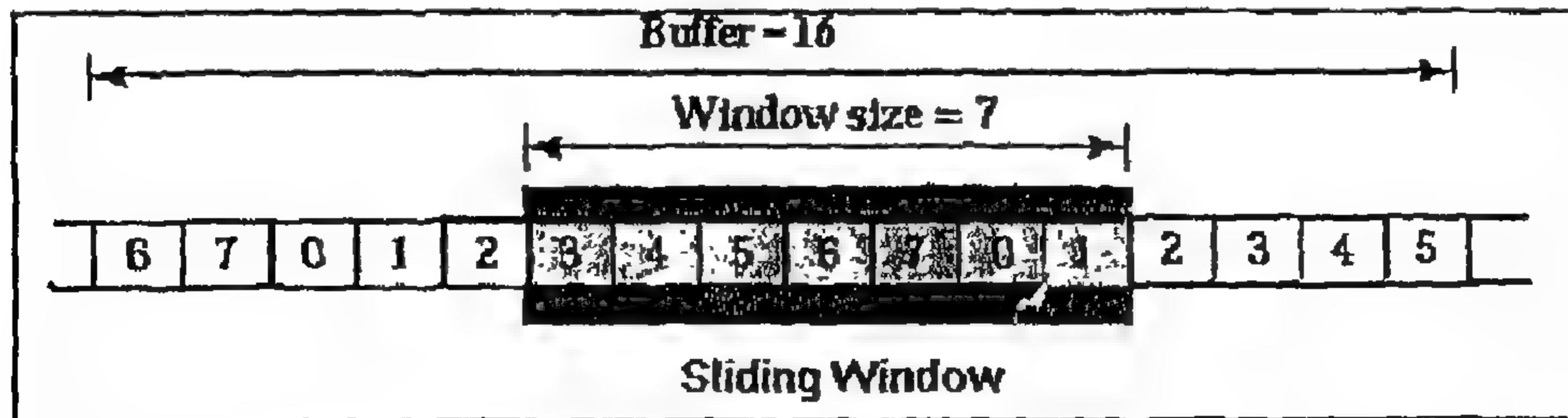
Sliding Window (SW) يرمز إلى صناديق وهمية تحتوي على الإطارات المرسلّة قبل الحاجة إلى الإقرار. يمكن أن يكون الإقرار بعد أي عدد من الإطارات وليس شرطاً أن يمثلّ Windows أولاً ثم يتم الإقرار. لمعرفة عدد الإطارات المستقبلية ورقم الإطار التالي سيقوم المستقبل بإرسال إقرار يحتوي على رقم الإطار التالي. فمثلاً إذا استلم المستقبل الإطارات رقم 0 و 1 و 2 و 3 و 4 فسيرسل رقم 5 مع الإقرار لأعلام المرسل أن يبدأ الإرسال التالي بدءاً من الإطار رقم 5.

SW تقدم مخطط تعريفي يعتمد على حجم Windows. ترقيم الإطارات من 0 إلى $(n - 1)$. فمثلاً إذا كان لدينا 8 إطارات فسيكون أرقامهم 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, ...).

حجم Windows هو $(n - 1)$ ويساوي 7 في المثال السابق. بعبارة أخرى لن يغطي Window كل module (8 إطارات) أي سيغطي (one frame less). عندما يرسل المستقبل الإقرار (ACK) سيرسل رقم الإطار التالي والمتوقع استقباله بعد ذلك، فمثلاً إذا استقبل عدد من الإطارات تنتهي برقم 4 فسيرسل المستقبل إقرار يحتوي على رقم 5 لبيان أنه يريد إرسال الإطار رقم 5 في المرحلة التالية.

حيث أن Window يحمل بعدد $(n - 1)$ من الإطارات فسيكون أقصى عدد من الإطارات يمكن إرسالها قبل الإقرار هو $(n - 1)$. الشكل رقم 11 يوضح العلاقة بين

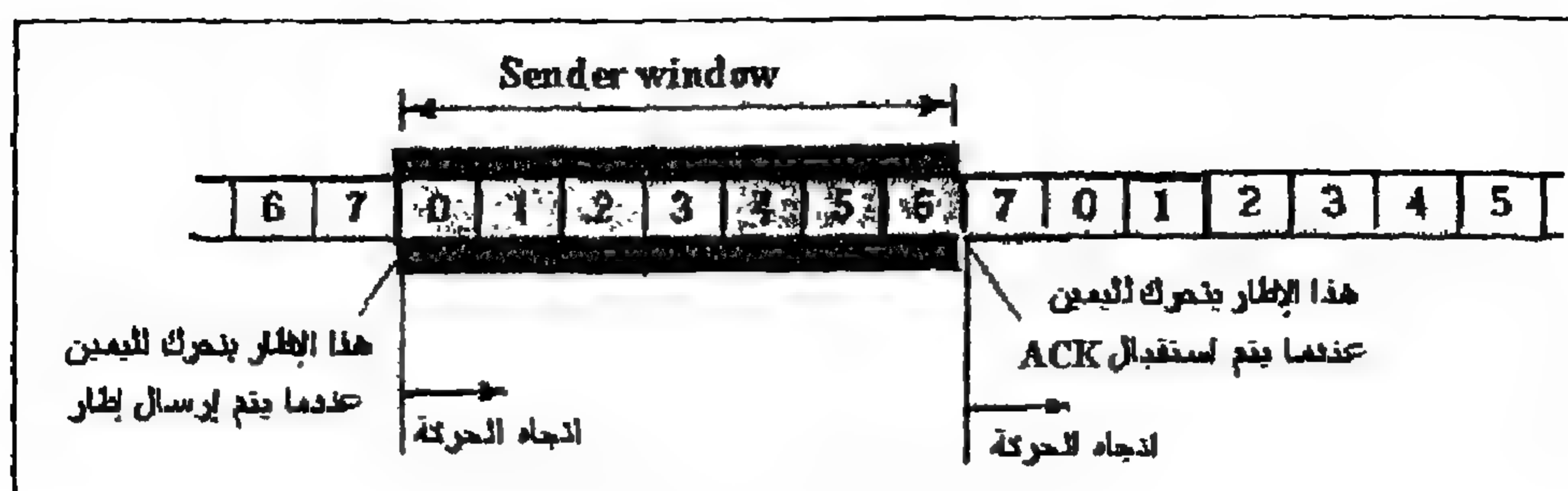
Window and main buffer



شكل 11 : العلاقة بين Window and main buffer

Sender Window (a)

الشكل رقم 12 يوضح sliding window للمرسل



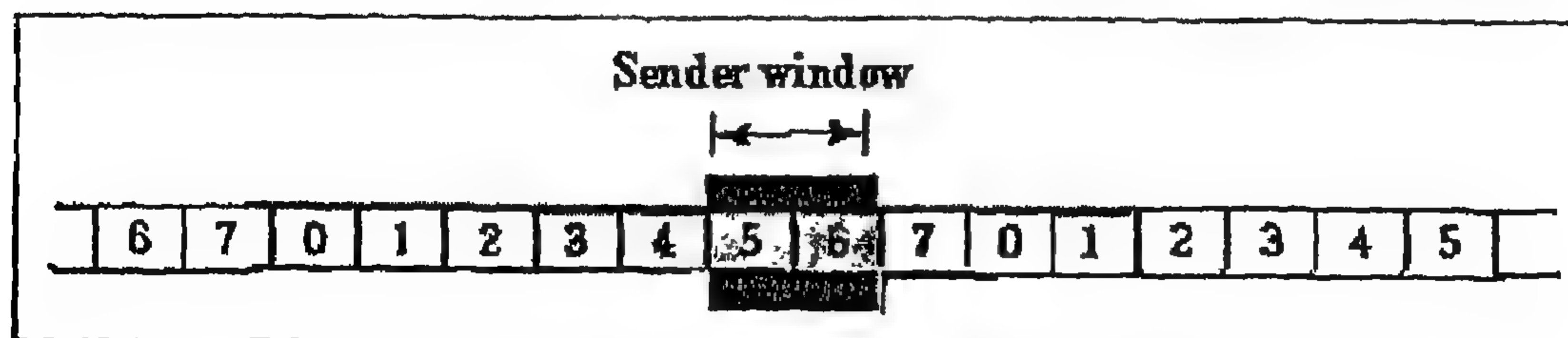
شكل 12: sliding window للمرسل

الخطوات

- (1) في بداية الإرسال يحتوي Sender Window على $(n-1)$ من الإطارات
- (2) عندما يتم إرسال إطار يتحرك الجدار الأيسر ل Window للداخل لينكمش حجم Window
- (3) فمثلاً إذا كان حجم Window يساوي W وإذا تم إرسال 3 إطارات بعد آخر إقرار فبالتالي سيكون عدد الإطارات المتبقية في Window يساوي $(W-3)$
- (4) بمجرد وصول الإقرار سيتمدد Window للسماح بعدد من الإطارات الجديدة تساوي العدد الموجود في الإقرار

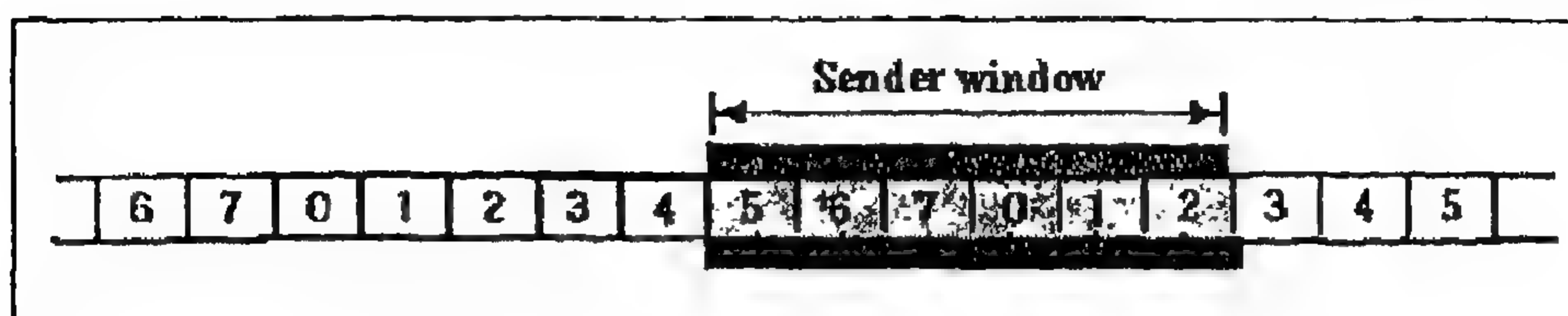
مثال: 1

حجم Window = 7 . إذا تم إرسال الإطارات من 0 إلى 4 ولم يصل إقرار فسيحتوي Sender Window على الإطارات رقم 5 و 6 (الشكل رقم 13)



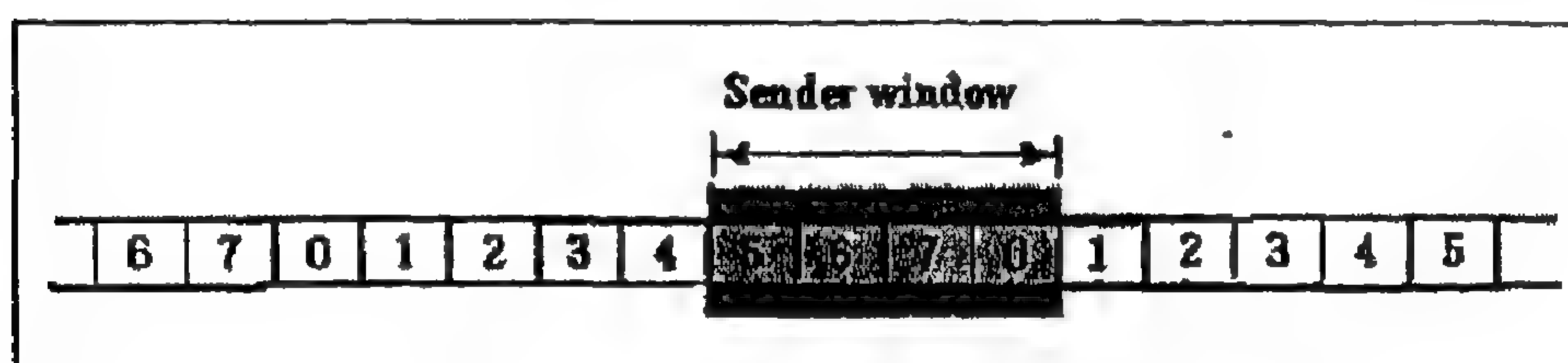
شكل 13: شكل sender sliding window للمثال رقم 1

- إذا تم الإقرار باستلام رقم 4 يعني أنه المستقبل استلم الإطارات من 0 إلى 3 بدون أخطاء ثم يتمدد Sender Window ليشمل الأربعة إطارات في Buffer الخاص به (الشكل رقم 14). أي سيحتوي على الإطارات (5, 6, 7, 0, 1, 2)



شكل 14: شكل sender sliding window للمثال رقم 1

- إذا كان الإقرار باستلام رقم 2 سيتمدد Window ليشمل الإطاران التاليان (شكل رقم 15)



شكل 15: شكل sender sliding window للمثال رقم 1

بوجه عام : سينكمش Sender Window من اليسار عندما يتم إرسال الإطارات ويتمدد إلى اليمين عند استلام الإقرار

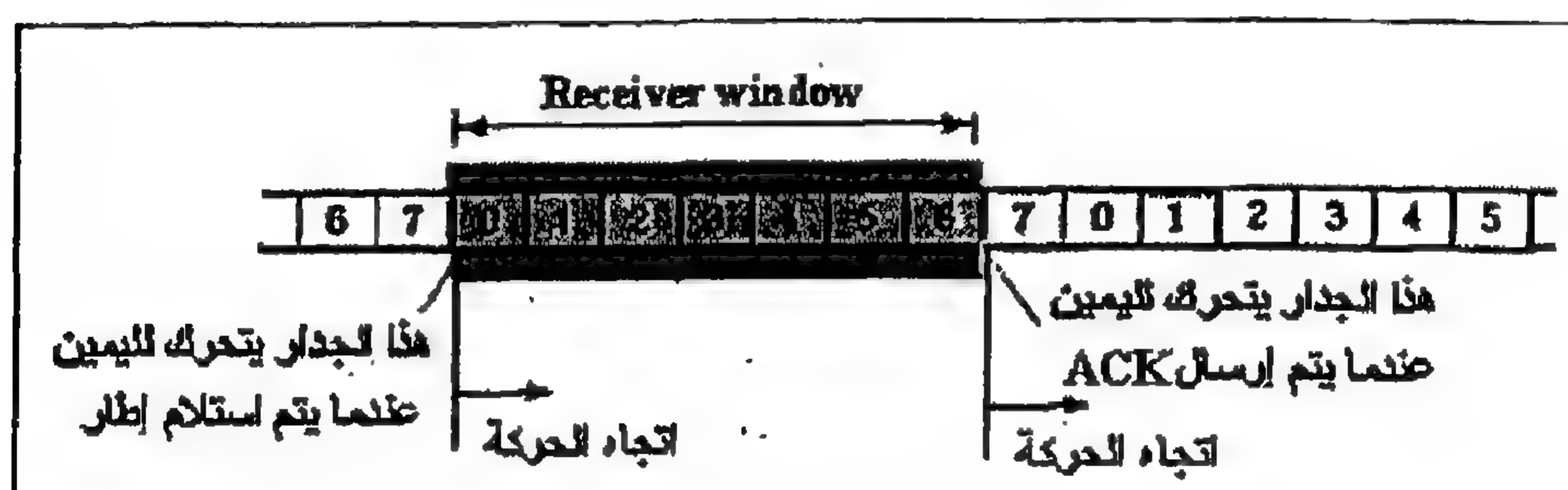
Receiver Window (b)

الشكل رقم 16 يوضح sliding window للمستقبل

في بداية الإرسال يحتوي Receiver Window (RW) على $(n - 1)$ من الفراغات للإطارات القادمة. كلما جاء إطارات جديدة فانه حجمه ينكمش. أنن

Receiver Window لا يمثل الإطارات المستقبلية ولكن يمثل عدد الإطارات التي ربما تستلم قبل إرسال الإقرار

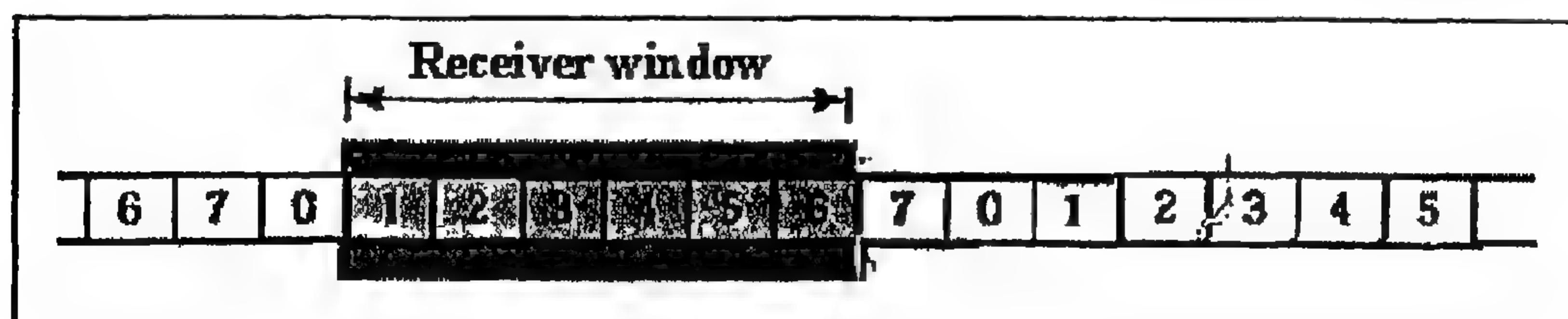
إذا كان لدينا Window حجمه W وإذا استلم ثلاث إطارات بدون إعادة إقرار فإن عدد الفراغات في Window تساوي $(W-3)$. بمجرد إرسال إقرار سيتمدد window ليشمل فراغات لعدد من الإطارات يساوي لعدد الإطارات المقررة (number of frames acknowledged)



شكل 16: sliding window للمستقبل

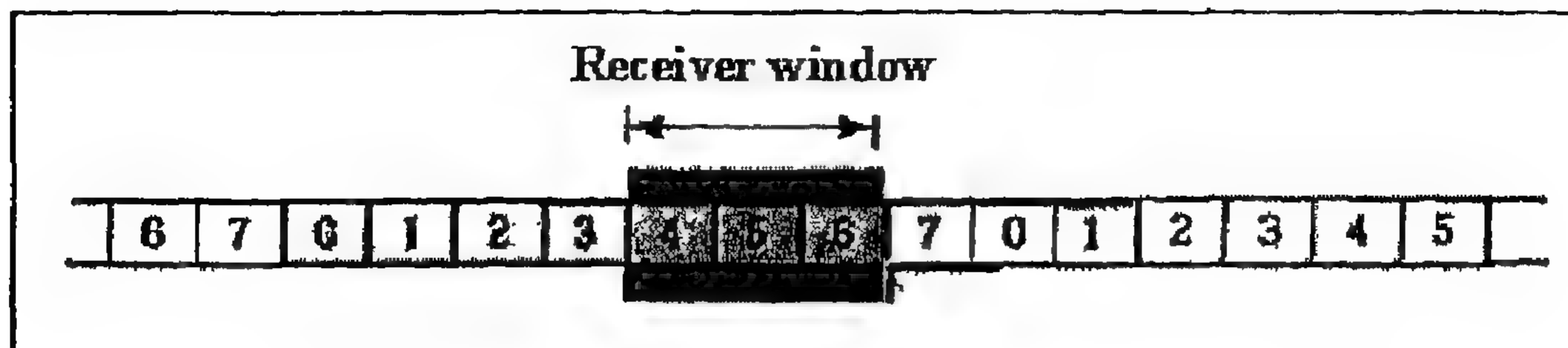
مثال 2:

Receiver Window حجمه يساوي 7 أي يحتوي على 7 فراغات لعدد 7 إطارات وهذا يعني أن 7 إطارات ربما تستلم قبل إرسال الإقرار. بوصول أول إطار فإن Receiver Window سينكمش ويتحرك الجدار الأيسر من الفراغ رقم 0 إلى الفراغ رقم 1 (الشكل رقم 17)



شكل 17: receiver sliding window للمثال رقم 2

الآن ربما يستقبل Receiver عدد 6 إطارات قبل مطالبته بإرسال الإقرار. إذا تم وصول الإطارات من 0 إلى 3 ولكن لم يتم إرسال الإقرار فسيحتوي Receiver Window على 3 فراغات للإطارات. (الشكل رقم 18)



شكل 18: شكل receiver sliding window للمثال رقم 2

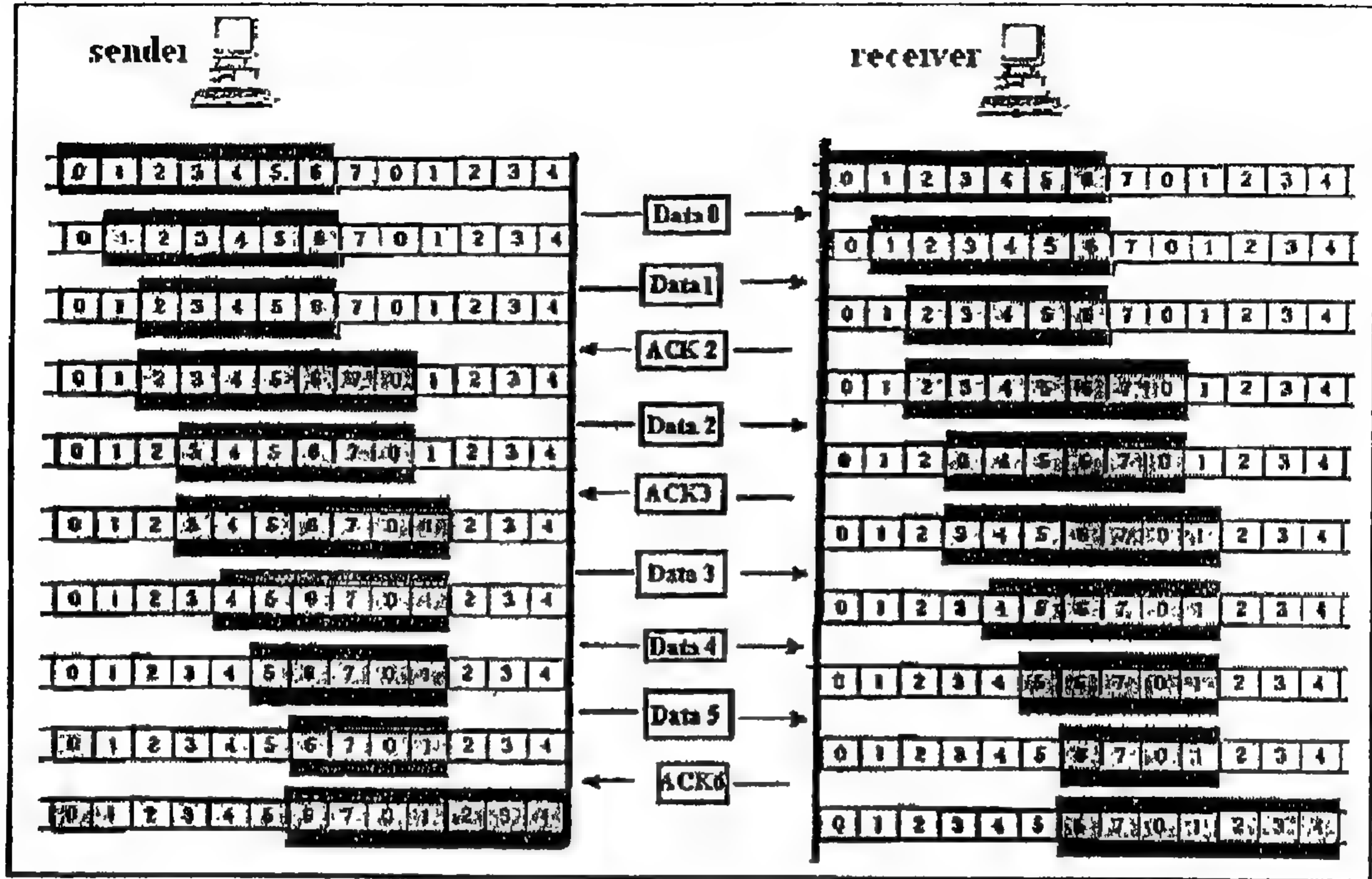
Sliding window للمستقبل ستمدد لليمين عندما يتم إرسال الإقرار. بمجرد إرسال الإقرار فإن Receiver Window سيتمدد ليشمل عدد من الفراغات الجديدة المطلوبة بالإقرار

عدد الفراغات الممتدة = العدد المقرر به في آخر إقرار - العدد الموجود في إطار الإقرار السابق. في حالة seven frame window إذا كان الإقرار القديم كان للإطار رقم 2 والإقرار الحالي للإطار رقم 5 فإن RW سيتمدد بمقدار 3 (5 - 2). إذا كان الإقرار السابق للإطار رقم 3 وأن الإقرار الحالي للإطار رقم 1 فإن RW سيتمدد بمقدار 6 (1+8-3)

ملحوظة: ACK في الطريقة الأولى (Stop-and-wait) تحمل رقم الإطار الذي وصل إلى المستقبل أما ACK في الطريقة الثانية (sliding widow) تحمل رقم الإطار الذي يتوقع المستقبل وصوله

مثال 3:

الشكل رقم 19 يوضح جزء من عملية الإرسال التي تستخدم sliding window للتحكم في التدفق بوجود window يحتوي على 7 إطارات. في هذا المثال جميع الإطارات وصلت للمستقبل سليمة (undamaged).



شكل 19: عملية sliding window للمثال رقم 3

9.4 التحكم في الأخطاء ERROR CONTROL

Error control ترمز إلى طرق اكتشاف الأخطاء وإعادة إرسال البيانات التي تحتوي على أخطاء مرة أخرى

طلب إعادة الإرسال أوتوماتيكيا (ARQ) Automatic Repeat Request
يتم تصحيح الأخطاء من خلال طبقة ربط البيانات (Data Link layer). في أي وقت
يكتشف فيه وجود خطأ يتم إرسال أقرار سلبي Negative Acknowledgment

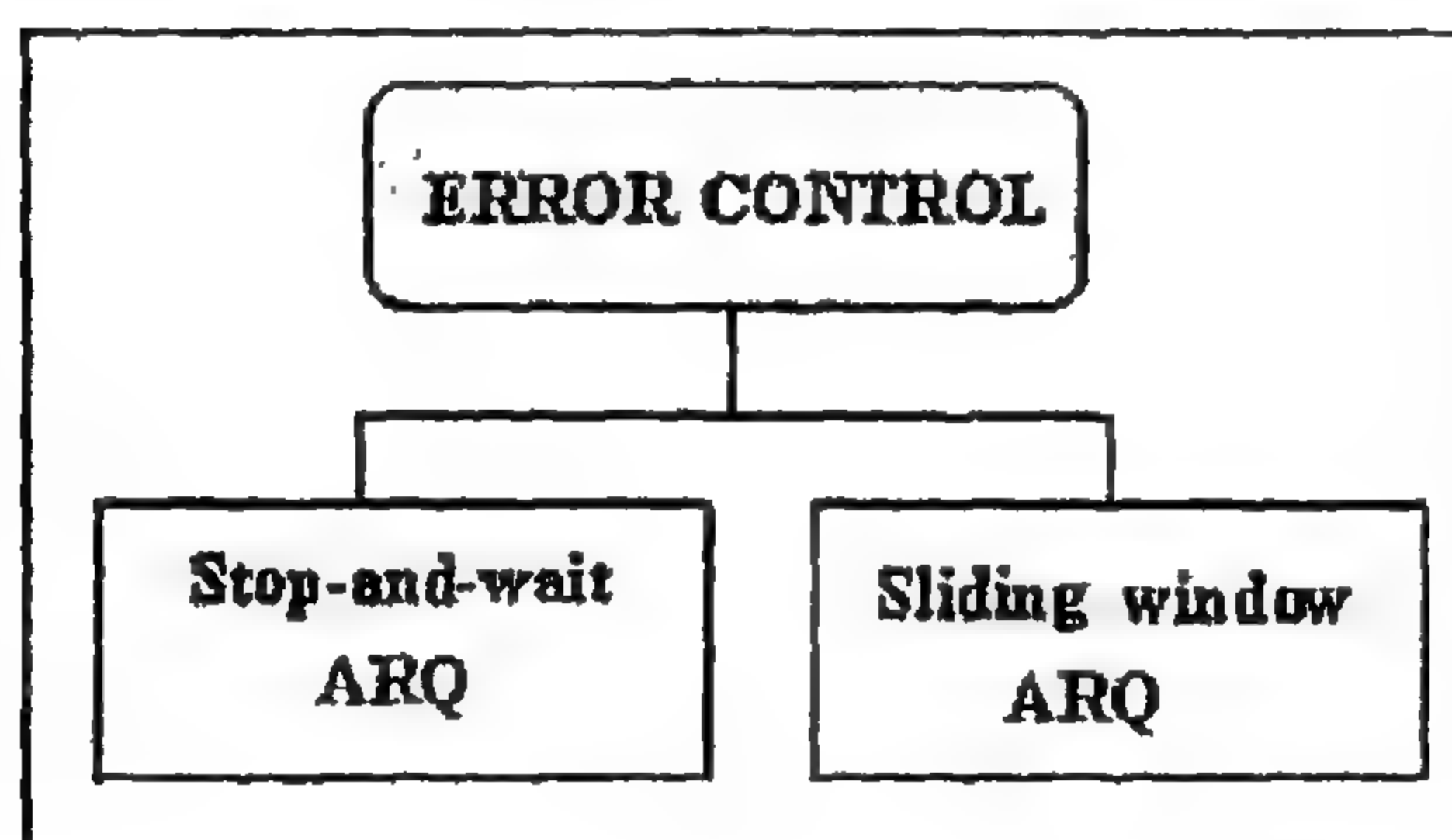
(NAK) ليتم إعادة الإرسال بالإطارات المحددة. هذه العملية تسمى ARQ. ARQ تعني إعادة إرسال البيانات في ثلاث حالات:

(1) إطار غير سليم damage frame

(2) إطار مفقود lost frame

(3) فقد الإقرار lost ACK

يكشف المستقبل وجود بيانات غير صحيحة من خلال تقنيات اكتشاف الأخطاء وهو ما تم دراسته في الفصل الثامن. الشكل رقم 20 يوضح طرق التحكم في الأخطاء



شكل 20 : طرق التحكم في الأخطاء

سنكتفي في هذا الفصل بشرح طريقة Stop-and-wait ARQ

9.4.1 Stop-and-wait ARQ

امتدادا لاستخدامها في التحكم في التدفق سنبين في الجزء التالي كيفية استخدام طريقة Stop-and-wait في إعادة البيانات في حالة وجود أعطال أو فقد للإطارات. لإجراء عملية إعادة الإرسال لدينا 4 حالات تضاف إلى طريقة Stop-and-wait وهي:

الحالة الأولى

يحتفظ المرسل بنسخة من آخر إطار تم إرساله حتى يتم إرسال إقرار بواسطة المستقبل باستلام هذا الإطار صحيح. الاحتفاظ بنسخة من آخر إطار يمكن المرسل من إعادة إرساله إذا كان هناك أخطاء أو فقد للإطار

الحالة الثانية

لأغراض التعريف (identification purposes) كل من إطارات البيانات وإطارات الإقرار ترقم بالأرقام من 0 إلى 1. إطار البيانات رقم 0 يتم إقراره بواسطة إطار الإقرار رقم 1 وذلك يشير إلى أنه تم استلام إطار البيانات رقم 0 ويتوقع المستقبل استلام إطار البيانات رقم 1. هذا الترقيم يستخدم لتعريف إطارات البيانات في حالة تكرار الإطار نفسه (duplication) والذي يعد من الأمور الهامة في حالة فقد الإقرار وهو ما سنراه لاحقاً

الحالة الثالثة

إذا تم اكتشاف خطأ في إطار البيانات (أي حدث corruption) أثناء الإرسال فسيتم إعادة إطارات NAK (هذه الإطارات غير مرقمة) لأخبار المرسل لإعادة آخر إطار بيانات تم إرساله من قبل. طريقة Stop-and-wait ARQ تتطلب أن المرسل ينتظر حتى يستلم إقرار عن آخر إطار بيانات تم إرساله وذلك قبل إرسال إطار بيانات جديد. عندما يستلم المرسل NAK فسيقوم بإعادة إرسال إطار البيانات السابق مرة أخرى بغض النظر عن رقمه

الحالة الرابعة

يوجد بجهاز الإرسال مؤقت زمني (Timer) والذي يحدد فترة انتظار المرسل بعد إرساله لآخر إطار بيانات. فإذا تأخر وصول الإقرار بعد هذه الفترة فسيقتضى المرسل أن إطار البيانات الذي تم إرساله من قبل قد فقد ويقوم بإرسال هذا الإطار مرة أخرى

حالات وصول إطار البيانات

يوجد ثلاث حالات لوصول إطار البيانات هي:

- (1) وصول إطار البيانات رقم 1 صحيح فيعيد المستقبل إقرار ايجابي ACK 0
- (2) وصول إطار البيانات رقم 1 غير صحيح (damage) فيعيد المستقبل إقرار سلبي

NAK غير مرقم

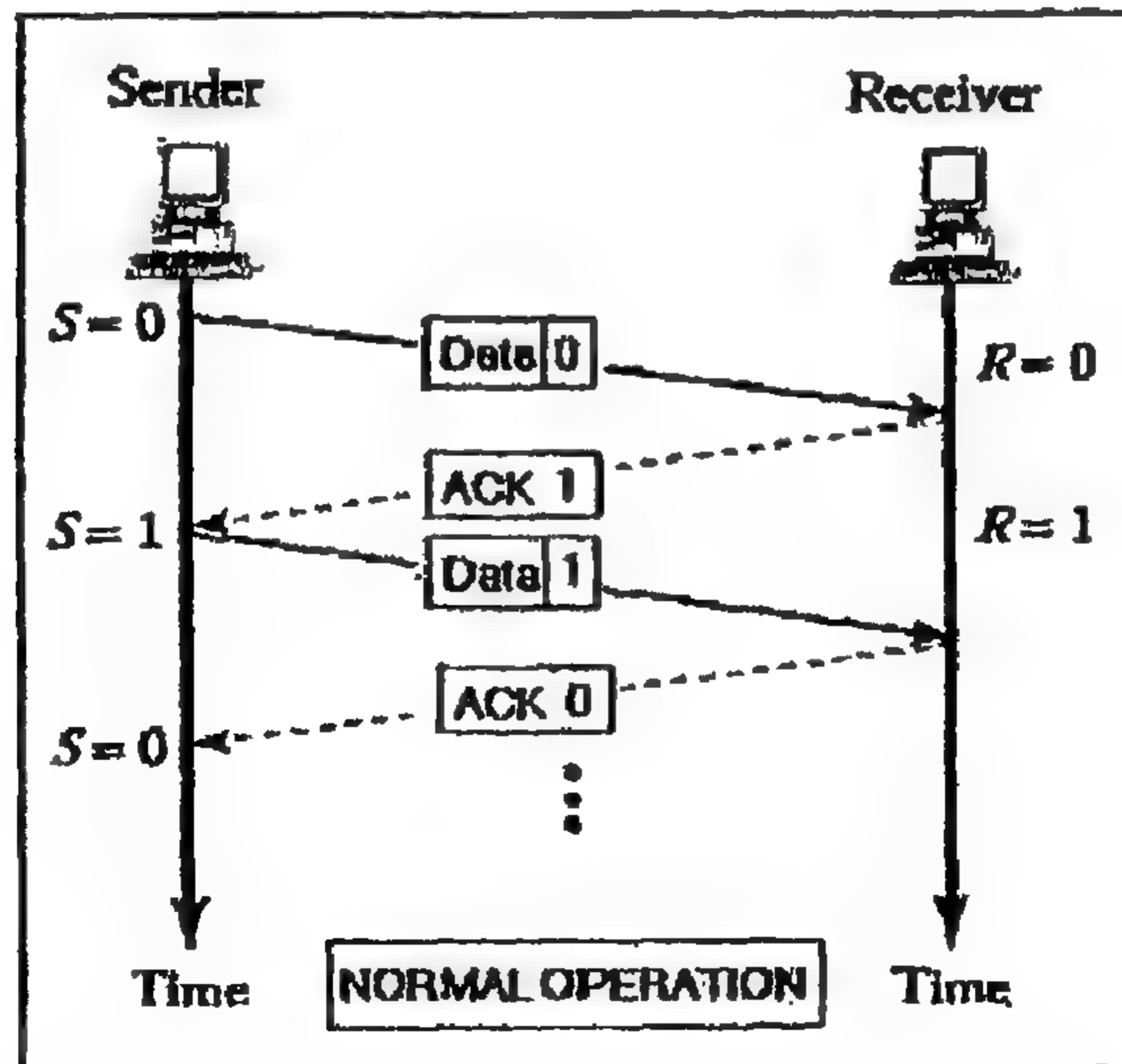
(3) وصول إطار البيانات رقم 1 مرتان متتاليتين فسيلغي المستقبل أحدهما

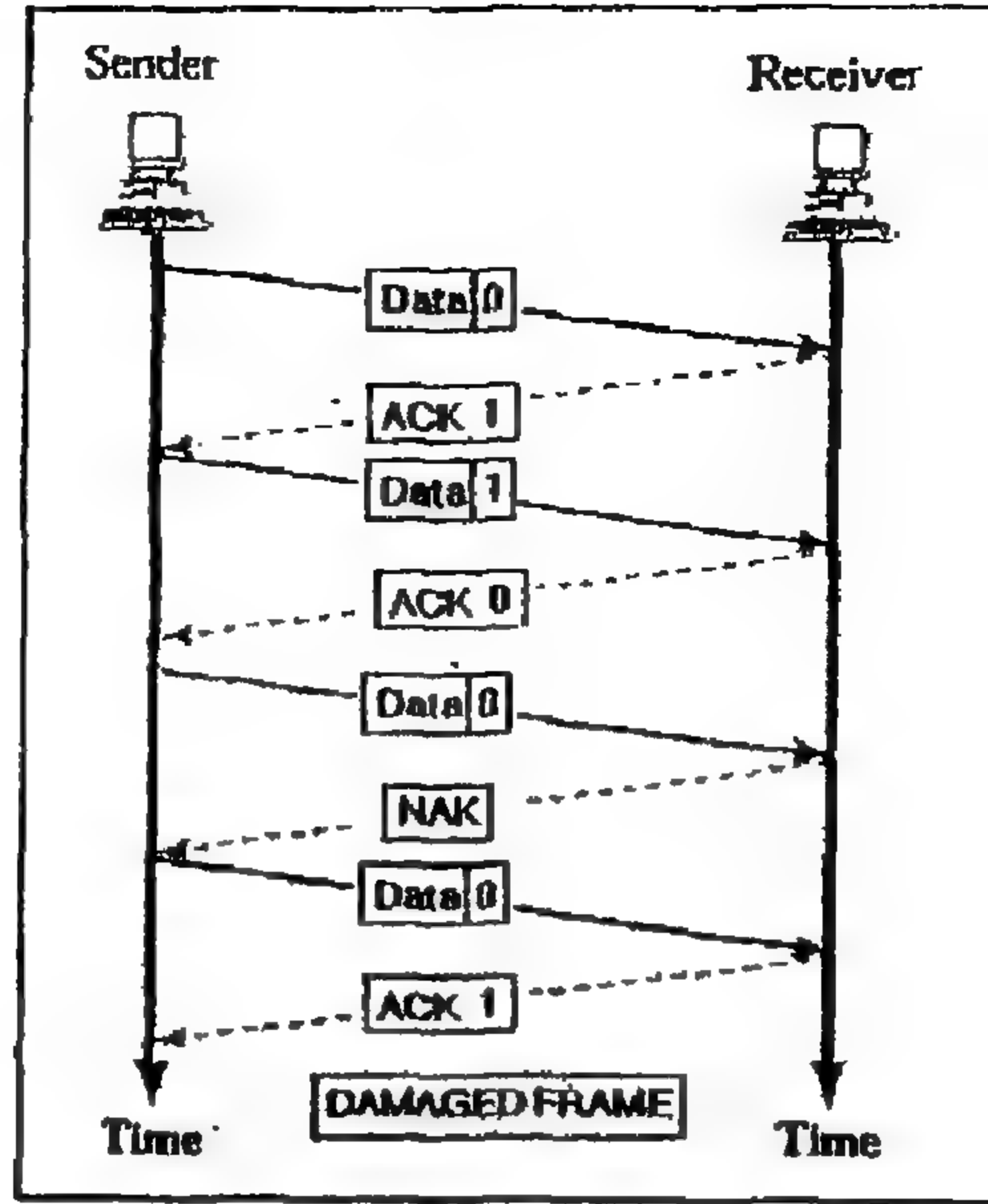
(a) خطأ في إطار البيانات Damage Data Frame

عندما يكتشف المستقبل أن إطار البيانات به خطأ فسيعيد إطار بإقرار سلبى NAK غير مرقم وسيقوم المرسل بإعادة آخر إطار تم إرساله. الشكل رقم 21 عملية Stop-and-wait ARQ في حالة عدم وجود أخطاء وفي حالة وجود خطأ في أحد الإطارات.

في الشكل رقم 21:

- المرسل أرسل إطار بيانات رقم 0 (Data 0). المستقبل يعيد الإقرار ACK 1 الذي يعني أن المستقبل استلم الإطار (Data 0) بدون أخطاء وهو يتوقع استلام إطار البيانات الثاني (data 1).
- يرسل المرسل الإطار التالي (Data 1). يصل إلى المستقبل بدون أخطاء فيرسل المستقبل ACK 0
- يرسل المرسل الإطار التالي (Data 0). يكتشف المستقبل وجود أخطاء بهذا الإطار فيعيد إطار إقرار سلبى NAK غير مرقم. المرسل يعيد إرسال (Data 0) مرة أخرى

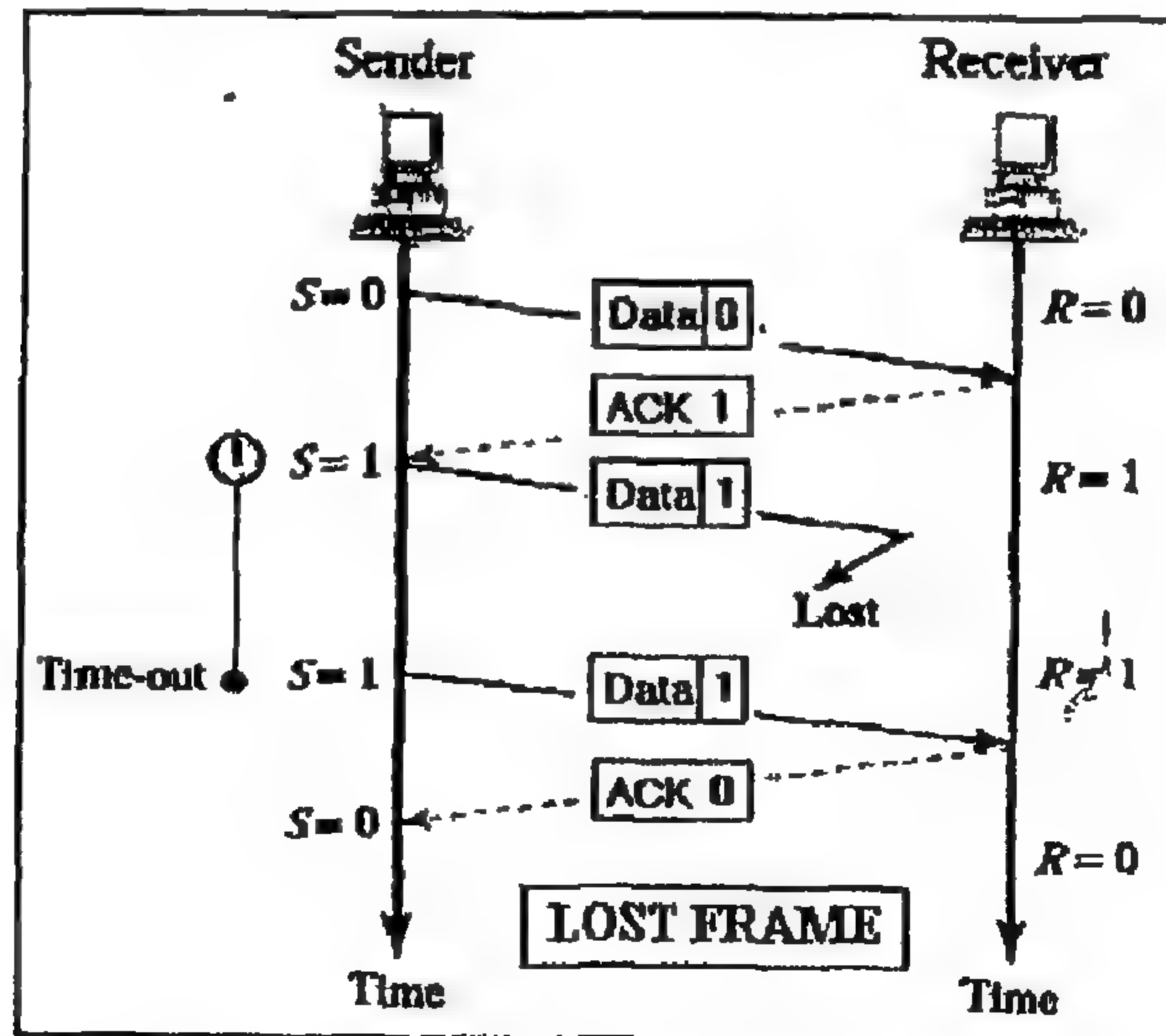




شكل رقم 21 عملية Stop-and-wait ARQ في حالة عدم وجود أخطاء وفي حالة وجود خطأ في أحد الإطارات

(b) فقد إطار البيانات Lost Data Frame

الشكل رقم 22 يوضح عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد أحد إطارات البيانات.



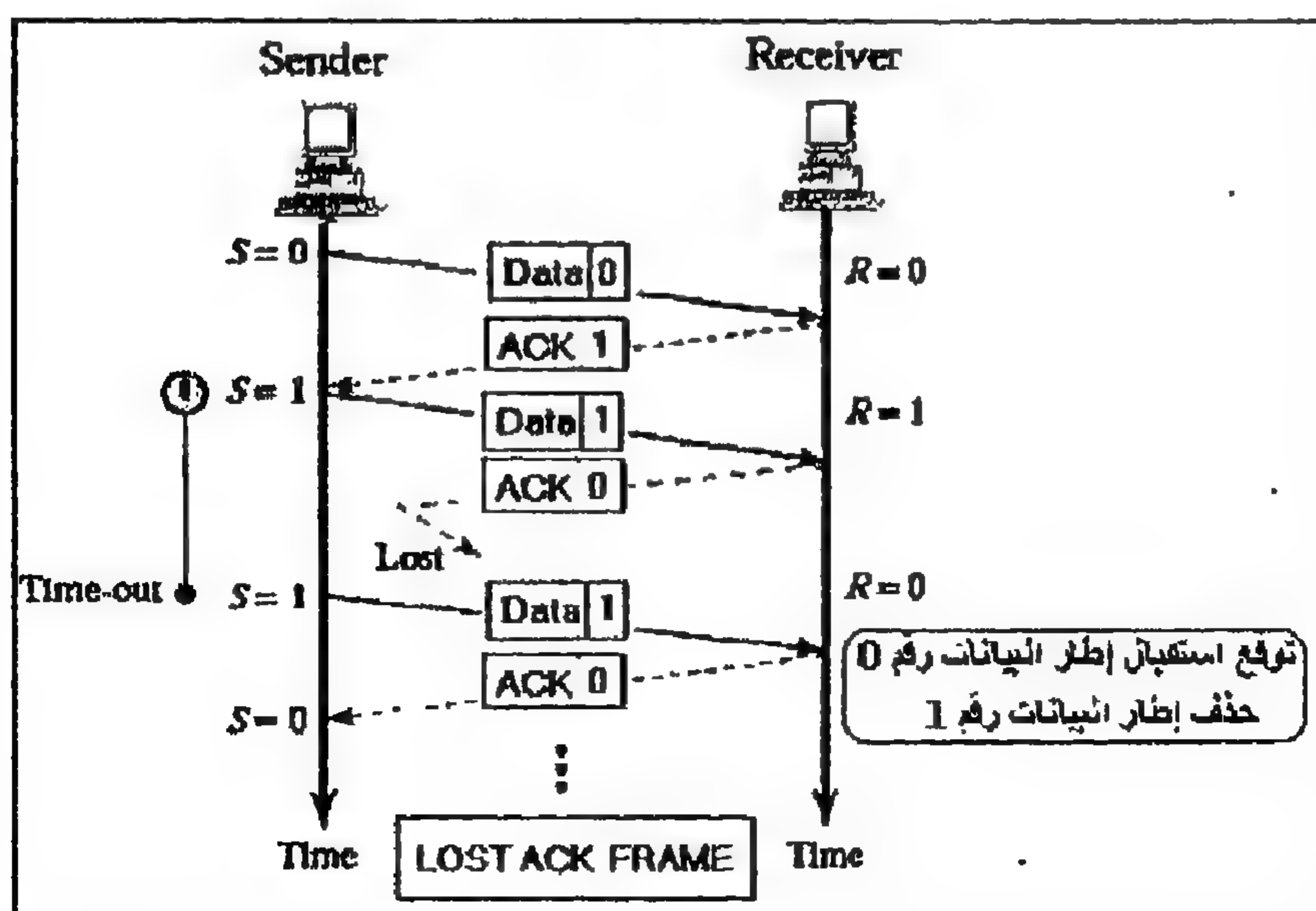
شكل 22 : عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد أحد الإطارات.

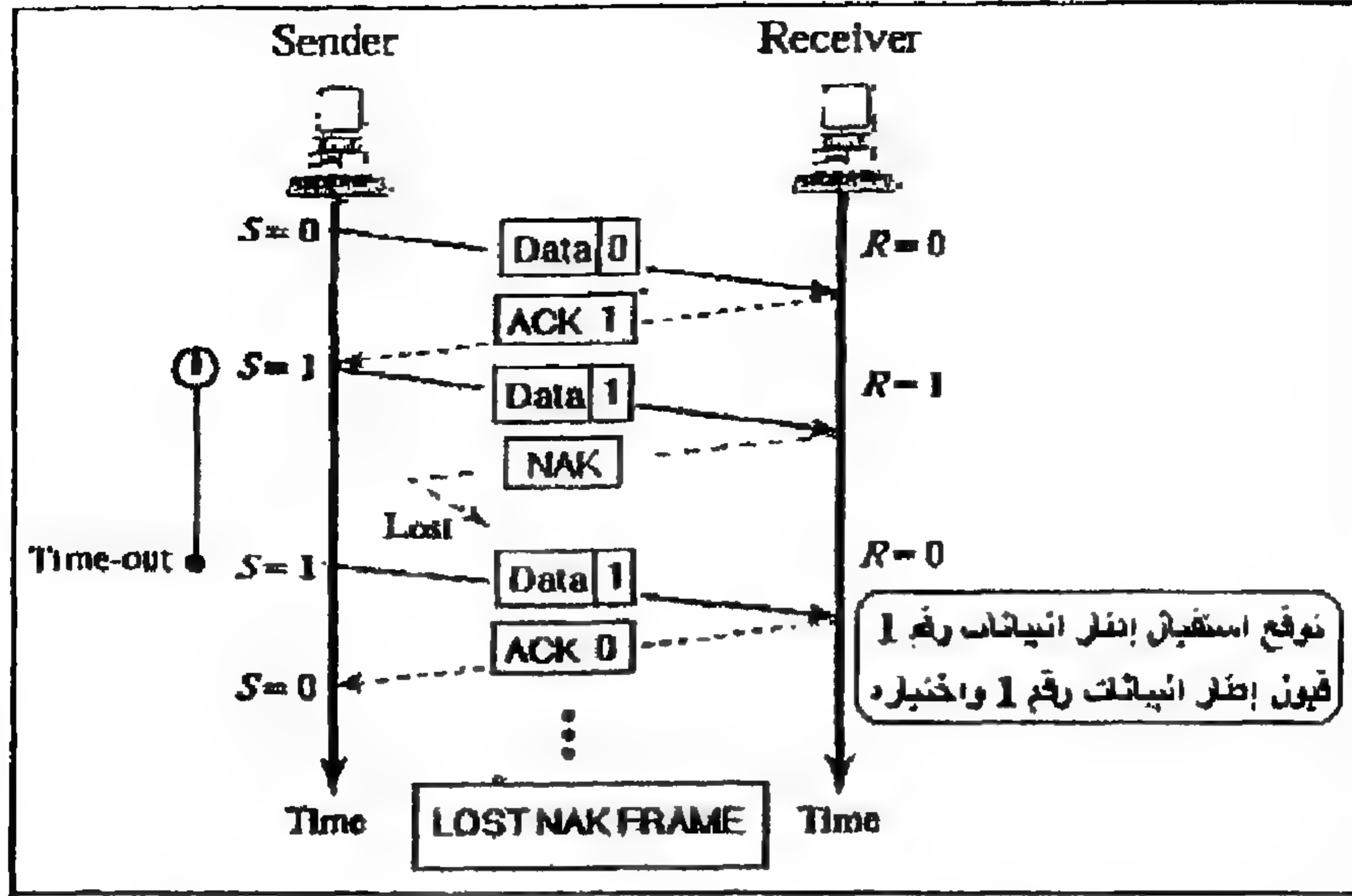
يوجد بالمرسل مؤقت زمني (Timer) يبدأ في العمل فور إرسال إطار بيانات فإذا لم يصل هذا الإطار إلى المستقبل فلن يعلم به وبالتالي لن يقوم المستقبل بإرسال إقرار نهائياً. سينتظر المرسل حتى تنتهي فترة المؤقت الزمني فإذا لم يستلم خلالها أي ACK أو NAK فسيعيد إرسال إطار البيانات مرة أخرى ثم يبدأ عمل المؤقت انتظاراً للإقرار القادم

(c) فقد إطار الإقرار Lost Acknowledgment

الشكل رقم 23 يوضح عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد إطار الإقرار الإيجابي أو السلبي (ACK or NAK).

في هذه الحالة استلم المستقبل إطار البيانات ثم قام بإرسال ACK مرقم أو NAK غير مرقم تبعاً لكون الإطار المستلم صحيح أو غير صحيح ولكن حدث فقد في إطار ACK أو NAK. سينتظر المرسل حتى تنتهي فترة المؤقت الزمني ثم يعيد الإطار مرة أخرى باعتبار فقد إطار البيانات كما رأينا في الجزء السابق. سيختبر المستقبل رقم الإطار الجديد.





شكل 23 : عملية Stop-and-wait ARQ في حالة فقد الإقرار
الايجابي أو السلبي (ACK or NAK)

- (1) إذا كان الإطار المفقود هو NAK: سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويعيد إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)
- (2) إذا كان الإطار المفقود هو ACK: سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويتعرف عليها أنها مكررة وسيهملها ويرسل إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)

EXERCISES

- 1) ضع علامة ✓ أمام العبارات الصحيحة وعلامة X أمام العبارات الغير صحيحة مع تعديل العبارات الغير صحيحة
 - في الطبقة المادية (Physical Layer) لنموذج (OSI model) تمت عملية الإرسال ولكن لم يتم بعد عملية الاتصال التي تشتمل على الاستقبال والتحكم في السريان مع اكتشاف الأعطال وتصحيحها
 - في حالة Half-Duplex يقوم يكون جهاز واحد فقط بعملية الإرسال في كل لحظة (at each time)
 - بالإضافة إلى مهمة تنظيم العمل على الرابط (Line Discipline) فإن الطبقة المادية (physical layer) تقوم بالتحكم في التدفق (Flow Control) و التحكم في الأخطاء (Error Control)
 - Flow control تنظم العمل على الرابط. حيث أنها تحدد أي جهاز يجب أن يرسل الآن، وأين سيرسل
 - Flow Control تحدد حجم البيانات المراد إرسالها قبل استقبال رسالة إقرار والتي يتم إرسالها بواسطة الجهاز المستقبل
 - Line discipline تعني عملية اكتشاف الخطأ وتصحيحه.
 - لا يمكن إرسال الرسائل أو البيانات حتى يتم التأكد أولاً من أن المستقبل المعنى بالرسالة يعمل وجاهز لاستقبال الرسالة.
 - يجب أن يكون هناك رسالة استعلام (enquiry) ترسل قبل الرسالة المراد إرسالها للسؤال على أهلية المستقبل للاستقبال
 - إذا كان المستقبل المعني جاهز فإنه يرسل رسالة أقرار (Acknowledgment- ACK) إلى المرسل لأخباره أن مستعد لاستقبال الرسالة

- عملية Flow control تحدد الجهاز الذي يمكنه الإرسال في لحظة معينة
- تتم عملية الاستعلام بغرض ألا يتم اشغال الرابط برسائل مرسلة إلى أجهزة لا تعمل أو غير مستعدة لاستقبال الرسائل
- Enquiry / Acknowledgment (Eng/ACK) طريقة استعلام / إقرار هي إحدى طرق Line discipline وتستخدم في حالة Peer-to-peer systems
- Poll / Select هي إحدى طرق Line discipline وتستخدم مع أنظمة Server-based (primary/secondary) systems
- Eng/ACK تستخدم أساسا في الأنظمة التي لا يكون هناك سؤال عن المستقبل الذي استلم الرسالة بطريق الخطأ أي عندما يكون هناك خط محجوز (dedicated line) بين جهازين أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال
- عملية ENQ/ACK تحدد أي جهاز يمكنه ابتداء الإرسال وهل الجهاز الآخر المعني بالاستقبال جاهز وقادر على الاستقبال (Enabled and ready)
- استخدام ENQ/ACK يمكن من بداية المحادثة بين جهازين على الرابط في حالة إذا كانت درجة البداية للجهازين متساوية
- في كل من half-duplex and Full-duplex systems الجهاز البادئ هو الذي ينشأ المحادثة (establishes session) ثم يقوم الجهاز البادئ (initiator) بإرسال بياناته في يكون الجهاز الآخر (responder) المجيب في حالة انتظار
- في حالة Full-duplex يستطيع الجهازان (initiator and responder) إرسال رسائل في نفس الوقت بمجرد بداية (session has been established session)
- تستخدم Poll/Select في حالة Peer-to-peer system حيث يكون هناك جهاز يعمل server أو primary وهو يكون دائما initiator وعدد آخر من الأجهزة يسمى client أو secondary
- يمكن اعتبار أن Poll/Select تستخدم مع Multipoint configuration وذلك بعكس ENQ/ACK والتي تستخدم مع (point-to-point configuration)

- السؤال الذي يتم طرحه في Poll/Select هو هل أنت جاهز و أي من الأجهزة الأخرى له حق استخدام الرابط
- Addressing (عملية العنوان) تستخدم لتحديد أي من الأجهزة الفرعية سيعمل مع primary
- عملية العنوان غير موجودة في ENQ/ACK method لأن هناك جهازين فقط (point-to-point configuration) أحدهما للإرسال والآخر للاستقبال
- بروتوكول Poll/Select يجب أن يحدد عنوان الجهاز الذي سيقوم باستقبال الرسالة وذلك في حالة الإرسال من primary إلى الجهاز الفرعي أو عنوان الجهاز الذي سيرسل بيانات إلى primary
- يحدد العنوان في جزء معين من كل إطار
- عملية Poll تستخدم عندما يكون primary لديه شيء يريد إرساله
- سيحدد في الإطار عنوان المستقبل وبالتالي سيخبر أحد الأجهزة الفرعية للتعامل مع primary وسينتظر الرد من هذا الجهاز
- قبل أن يقوم primary بإرسال البيانات يقوم بإرسال إطار select (SEL) يحتوي أحد مجالاته على عنوان الجهاز الفرعي
- في شبكة multipoint يرى كل الأجهزة الفرعية إطار SEL وذلك لوجود رابط واحد لكل الأجهزة
- الجهاز الذي عنوانه متفق مع العنوان الموجود في إطار SEL سيقوم بفتح الإطار ويقوم بقراءة البيانات الموجودة
- البيانات الموجودة في إطار SEL تحتوي على إعلام بوجود بيانات ستأتي بعد ذلك
- إذا كان الجهاز المعني بالاستقبال مستعدا للاستقبال فإنه سيرسل إطار ACK إلى primary الذي سيقوم بدوره بإرسال إطارات بالبيانات المراد إرسالها وكل إطار يحتوي على عنوان الجهاز المعني بالاستقبال
- عملية Sel تستخدم بواسطة primary لكي يحث الإرسال من الأجهزة الأخرى

- في عملية polling لن يسمح للجهاز الفرعي بإرسال معلومات إذا لم يسأل
- في عملية polling بواسطة احتفاظ primary بالتحكم في الرابط فلن يسمح لأكثر من جهاز بإرسال بيانات في نفس الوقت
- في عملية polling عندما يكون primary جاهز لاستقبال بيانات سيقوم بسؤال كل جهاز (Poll) بالتتابع إذا كان لديه شيء يريد إرساله
- في عملية polling الجهاز الأول سيقوم بإرسال إطار إقرار سلبي إذا لم يكن لديه شيء للإرسال أو إرسال إطار بيانات إذا كان لديه ما يرسله
- في عملية polling إذا كان إقرار الجهاز الأول سلبي وذلك بإرسال إطار إقرار سلبي سيتم عمل Polling للجهاز الثاني بنفس الطريقة السابقة
- في عملية sel إذا كان الرد إقرار إيجابي (إرسال إطارات بيانات) سيقراً primary الإطار وسيقوم بإعادة إطار إقرار (ACK) لتأكيد الاستلام
- في عملية polling يمكن للجهاز الفرعي من إرسال إطارات بيانات متتابعة أو الانتظار بعد كل إطار لاستلام ACK من primary قبل إرسال الإطار التالي تبعاً للبروتوكول المستخدم
- في عملية polling بمجرد انتهاء الجهاز الفرعي من الإرسال سينقل Polling إلى الجهاز الذي يليه
- في معظم البروتوكولات يكون عملية التحكم في الأخطاء (error control) عبارة عن مجموعة من الخطوات (Procedures) التي تخبر المرسل بكمية البيانات التي يستطيع إرسالها قبل انتظاره لإطار الإقرار (ACK) من المستقبل
- كل جهاز استقبال له سرعة معينة للاستقبال وله ذاكرة محددة لتخزين البيانات المرسلة
- يجب أن يخبر المستقبل جهاز الإرسال بانتهاء سعة التخزينية قبل الوصول إلى الحد الأقصى
- البيانات المستقبلية يجب أن تختبر وتعالج قبل استخدامها

- في طريقة Sliding window ينتظر المرسل لإطار الإقرار (ACK) المرسل من المستقبل بعد إرسال كل إطار بيانات
- عملية Stop and wait تتم بالتتابع (sending a frame and wait) حتى يرسل المستقبل إطار (EOT)
- تمتاز طريقة Sliding window بالبساطة حيث أن كل إطار سيتم اختباره بواسطة المستقبل وسيقوم المستقبل بإرسال إقرار للمرسل قبل أن يرسل إطار البيانات التالي
- من عيوب طريقة Stop and wait عدم الكفاءة حيث أنها بطيئة فإذا كان المسافة بين الجهازين كبير فسيكون هناك زمن طويل لانتظار ورود الإقرار بين كل إطارين للبيانات
- في طريقة Stop and wait يحمل الرابط بإطار واحد فقط في كل لحظة إرسال
- في طريقة Stop and wait يحتوى الإطار على رقم 0 أو 1 للدلالة على رقم الإطار
- في طريقة Sliding window الوقت بين إرسال الإطار والإقرار يعتمد على فترة انتشار (propagation) البيانات ذهابا وإيابا
- في طريقة stop and wait يتم إرسال مجموعة من إطارات البيانات قبل الحاجة إلى إرسال الإقرار
- في طريقة Sliding window يحمل الرابط بأكثر من إطار للبيانات في المرة الواحدة وذلك بعكس الطريقة السابقة حيث سيكون الرابط محمل بإطار واحد فقط
- في طريقة Sliding window يتم استلام إقرار (ACK) لمجموعة من الإطارات
- Sliding Window (SW) يرمز إلى صناديق وهمية تحتوي على الإطارات المرسله قبل الحاجة إلى الإقرار
- في طريقة Sliding window يمكن أن يكون الإقرار بعد أي عدد من الإطارات وليس شرطاً أن يمثل Windows أولاً ثم يتم الإقرار

- في طريقة Sliding window لمعرفة عدد الإطارات المستقبلية ورقم الإطار التالي سيقوم المستقبل لإرسال إقرار يحتوي على رقم الإطار التالي . فمثلا إذا استلم المستقبل الإطارات رقم 0 و 1 و 2 و 3 و 4 فسيرسل رقم 5 مع الإقرار لأعلام المرسل أن يبدأ الإرسال التالي بدءا من الإطار رقم 5
- في طريقة stop and wait عندما يرسل المستقبل الإقرار (ACK) سيرسل رقم الإطار التالي والمتوقع استقباله بعد ذلك
- حيث أن Window يحمل بعدد $(n - 1)$ من الإطارات فسيكون أقصى عدد من الإطارات يمكن إرسالها قبل الإقرار هو $(n - 1)$
- في طريقة Sliding window يتم إرسال مجموعة من إطارات البيانات قبل الحاجة إلى إرسال الإقرار
- في طريقة Sliding window يحمل الرابط بأكثر من إطار للبيانات في المرة الواحدة وذلك بعكس الطريقة السابقة حيث سيكون الرابط محمل بإطار واحد فقط
- في طريقة Sliding window يتم استلام إقرار (ACK) لمجموعة من الإطارات
- Sliding Window (SW) يرمز إلى صناديق وهمية تحتوي على الإطارات المرسله قبل الحاجة إلى الإقرار
- في طريقة Sliding window يمكن أن يكون الإقرار بعد أي عدد من الإطارات وليس شرطاً أن يمتلئ Windows أولاً ثم يتم الإقرار
- في طريقة Sliding window لمعرفة عدد الإطارات المستقبلية ورقم الإطار التالي سيقوم المستقبل لإرسال إقرار يحتوي على رقم الإطار التالي . فمثلا إذا استلم المستقبل الإطارات رقم 0 و 1 و 2 و 3 و 4 فسيرسل رقم 5 مع الإقرار لأعلام المرسل أن يبدأ الإرسال التالي بدءا من الإطار رقم 5
- في طريقة Sliding window عندما يرسل المستقبل الإقرار (ACK) سيرسل رقم الإطار التالي والمتوقع استقباله بعد ذلك

- حيث أن Window يحمل بعدد $(n - 1)$ من الإطارات فسيكون أقصى عدد من الإطارات يمكن إرسالها قبل الإقرار هو $(n - 1)$
- في طريقة Sliding window كلما جاء إطارات جديدة فانه حجم Receiving window يتكمش
- في طريقة Sliding window : إذا كان لدينا Receiving Window حجمه W وإذا استلم ثلاث إطارات بدون إعادة إقرار فان عدد الفراغات في Receiving window تساوي $(W-3)$
- في طريقة Sliding window : بمجرد إرسال إقرار سيتمدد Receiving window ليشمل فراغات لعدد من الإطارات يساوي لعدد الإطارات المقررة (number of frames acknowledged)
- ACK في Stop-and-wait تحمل رقم الإطار الذي وصل إلى المستقبل
- ACK في sliding widow تحمل رقم الإطار الذب ينتظر (يتوقع) المستقبل وصوله
- Flow control ترمز إلى طرق اكتشاف الأعطال وإعادة إرسال البيانات التي تحتوى على أعطال
- يتم تصحيح الأخطاء من خلال طبقة ربط البيانات (Data Link layer)
- في أي وقت يكتشف فيه بوجود خطأ يتم إرسال أقرار سلبي Negative Acknowledgment (NAK) ليتم إعادة الإرسال بالإطارات المحددة
- ARQ تعني إعادة إرسال البيانات في ثلاث حالات هي إطار غير سليم damage frame و إطار مفقود Lost frame و فقد الإقرار lost ACK
- يعرف المستقبل أن البيانات المستقبلية غير صحيحة من خلال طريقة اكتشاف الأخطاء
- يحتفظ المرسل بنسخة من آخر إطار تم إرساله حتي يتم إرسال إقرار بواسطة المستقبل باستلام هذا الإطار صحيح

- الاحتفاظ بنسخة من آخر إقرار يمكن المرسل من إعادة إرساله إذا كان هناك أخطاء أو فقد للإطار حتى يتم الاستقبال الصحيح
- لأغراض التعريف (identification purposes) كل من إطارات البيانات وإطارات الإقرار ترقم بالأرقام من 0 إلى 1
- إطار البيانات رقم 1 يتم إقراره بواسطة إطار الإقرار رقم 1 وذلك يشير إلى أنه تم استلام إطار البيانات رقم 0 ويتوقع المستقبل استلام الإطار رقم 1
- إذا تم اكتشاف خطأ في إطار البيانات (أي حدث corruption) أثناء الإرسال فسيتم إعادة إطارات NAK (هذه الإطارات غير مرقمة) لأخبار المرسل لإعادة آخر إطار بيانات تم إرساله من قبل
- طريقة Stop-and-wait ARQ تتطلب أن المرسل ينتظر حتى يستلم إقرار عن آخر إطار بيانات تم إرساله وذلك قبل إرسال إطار بيانات جديد
- عندما يستلم المرسل ACK فسيقوم بإعادة إرسال الإطار السابق مرة أخرى بغض النظر عن رقمه
- يوجد بجهاز الإرسال مؤقت زمني (Timer) والذي يحدد فترة انتظار المرسل بعد إرساله لآخر إطار بيانات. فإذا تأخر وصول الإقرار بعد هذه الفترة فسيقتض المرسل أن إطار البيانات الذي تم إرساله من قبل فقد سيقوم بإرسال هذا الإطار مرة أخرى
- حالات الوصول : هي وصول الإطار الأول صحيح فيعيد المستقبل إقرار ايجابي ACK 1 ووصول الإطار الأول غير صحيح (damage) فيعيد المستقبل إقرار سلبي NAK غير مرقم
- عندما يكتشف المستقبل أن إطار البيانات به خطأ فسيعيد إطار بإقرار سلبي NAK مرقم وسيقوم المرسل بإعادة آخر إطار تم إرساله
- عندما يكتشف المستقبل أن إطار البيانات به خطأ فسيعيد إطار بإقرار سلبي NAK غير مرقم وسيقوم المرسل بإعادة آخر إطار تم إرساله

○ سينتظر المرسل حتى تنتهي فترة الموقت الزمني فإذا لم يستلم خلالها أيًا من ACK أو NAK فسيعيد إرسال إطار البيانات مرة أخرى ثم يبدأ عمل الموقت انتظارًا للإقرار القادم

○ إذا كان الإطار المفقود هو ACK : سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويعيد إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)

○ إذا كان الإطار المفقود هو NAK: سيقبل المستقبل الإطار الجديد ويتعرف عليها أنها مكررة وسيهملها ويرسل إطار إقرار ACK (وذلك بفرض أن الإطار الجديد ليس به أخطاء)

(2) رتب العمليات التالية طبقاً لطريقة عمل ENQ/ACK

○ إذا لم يستلم المرسل (ACK) أو (NAK) في خلال فترة زمنية محددة سيفترض المرسل أن إطار ENQ قد فقد وسيقوم بإرسال إطار ENQ بديل

○ يقوم initiator بإرسال إطار (frame) يسمى (an enquiry) للسؤال عن استعداد المستقبل لاستقبال البيانات

○ يجب أن يقوم المستقبل بالرد أما بالإقرار (ACK) وإرسال إطار يفيد ذلك أو إرسال إطار أقرار سلبي (Negative Acknowledgment- NAK) إذا لم يكن مستعداً
○ حتى لو كان هناك إطار بالإقرار السلبي يجب أن يستلم المرسل ما يفيد أن المستقبل غير قادر على استلام الرسالة

○ بمجرد إرسال كل البيانات سيقوم نظام الإرسال (sending system) بإنهاء الإرسال وذلك بإرسال إطار (End Of Transmission) والذي يسمى EOT

○ نظام الابتدء (initiating system) عادة يعمل ثلاث محاولات (three attempts) لإنشاء الرابط (An initiating system ordinarily) giving up (makes 3 such attempts to establish a link before giving up

○ إذا كان الرد إقرار سلبي لثلاث محاولات فسيتم الفصل ثم يكرر نفس العملية في وقت آخر

○ إذا كان الرد ايجابي سيقوم initiator بإرسال البيانات

(3) أرسم مخطط لتوضيح عملية line discipline باستخدام طريقة ENQ/ACK مع العلم أن المرسل يريد إرسال رسالة تتكون من أربعة إطارات كل إطار يحتوى على حرف واحد

(4) رتب العمليات التالية طبقاً لطريقة عمل Poll/Select

○ حيث أنه يوجد رابط واحد فقط فستكون جميع عمليات الاتصال بين طرفين أحدهما هو (primary server)

○ يتحكم جهاز primary في الرابط وسيتبع جميع client تعليماته

○ يحدد primary أي جهاز فرعي client له السماح باستخدام الرابط في الوقت المحدد

○ سيكون الرابط هو البادئ للمحادثة

○ إذا أراد primary استلام بيانات سيسأل الأجهزة الثانوية إذا كان لديها أي شيء

للإرسال وتسمى هذه العملية Polling

○ إذا أراد primary إرسال بيانات سيخبر أحد الأجهزة الفرعية المعنية بالاستعداد

لاستلام الرسالة وتسمى هذه العملية selecting

(5) أشرح بالرسم عمليتي Polling and Select

(6) وضح بالرسم طريقة Stop and wait من خلال إرسال ثلاث إطارات يحتوي كل

إطار على حرف واحد

(7) اشرح مع الرسم طريقة Sliding window

- (8) أرسم مخطط يوضح كيفية التعامل مع damage frame إذا علمت أن الرسالة تحتوي على أربعة إطارات وأن الإطار الثالث به أخطاء
- (9) أرسم مخطط يوضح كيفية التعامل مع Lost data frame إذا علمت أن الرسالة تحتوي على أربعة إطارات وأن الإطار الثالث قد فقد
- (10) أرسم مخطط يوضح كيفية التعامل مع Lost acknowledgment إذا علمت أن الرسالة تحتوي على أربعة إطارات وأن إطار الإطار الثالث قد فقد

الفصل العاشر المحولات (الشبكات المحولية) **SWITCHING**

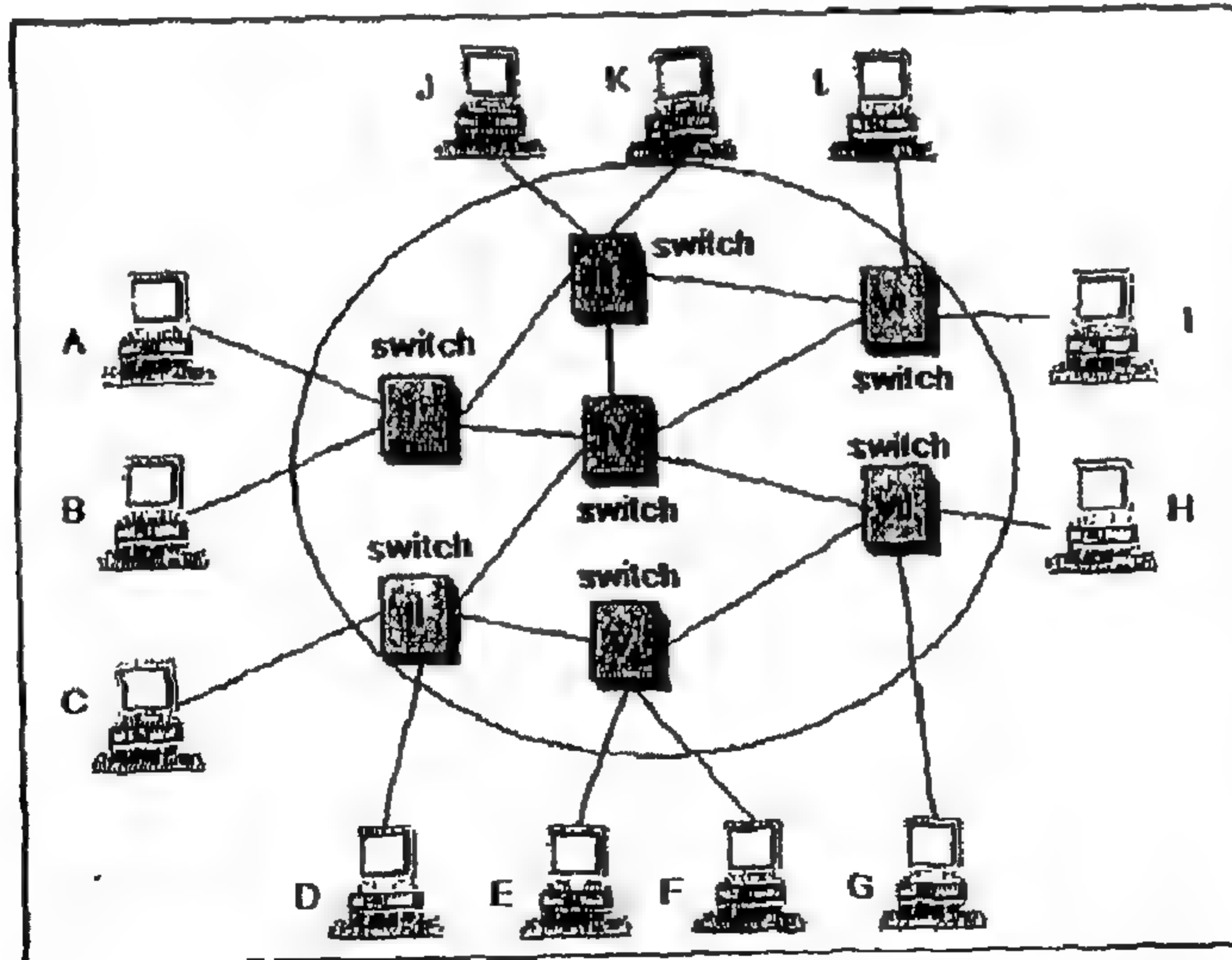
10.1 مقدمة

يوجد عدة طرق تتعلق بكيفية توصيل الأجهزة لأجراء الاتصال بينها. إحدى هذه الطرق هو توصيل الأجهزة (point-to-point) أي أن كل جهازين يكونا متصلين برابط واحد وهو ما تم دراسته في هيكل Mesh أو توصيل جميع الأجهزة من خلال جهاز مركزي وهو ما تم دراسته في هياكل star and Tree. هذه الطرق السابقة تعتبر غير عملية عندما يزداد عدد الأجهزة وتكون الشبكة كبيرة وتغطي مساحات كبيرة وبالتالي عند استخدام الطرق السابقة سيكون هناك حاجة إلى بنية تحتية كبيرة (too much infrastructure) وبالتالي لن تكون مجدية اقتصادياً ولا مجدية عملياً حيث أنه يمكن ألا تعمل جميع هذه الروابط في وقت واحد. ولك أن تتخيل أنه إذا كان لديك 6 أجهزة (A,

(B, C, D, E, and F) وتم توصيل هذه الأجهزة باستخدام هيكل Mesh أو هيكل Star وأراد الجهاز A (على سبيل المثال) أن يخاطب الجهاز B فستكون باقي الأجهزة الأخرى في حالة خمول (idle devices).

الحل المثالي للمشاكل السابقة هو استخدام تقنية التحويلات (Switching) أي سيكون لدينا ما يسمى شبكات محوليه (Switching networks) بدلا من استخدام هيكل Mesh, tree, or bus

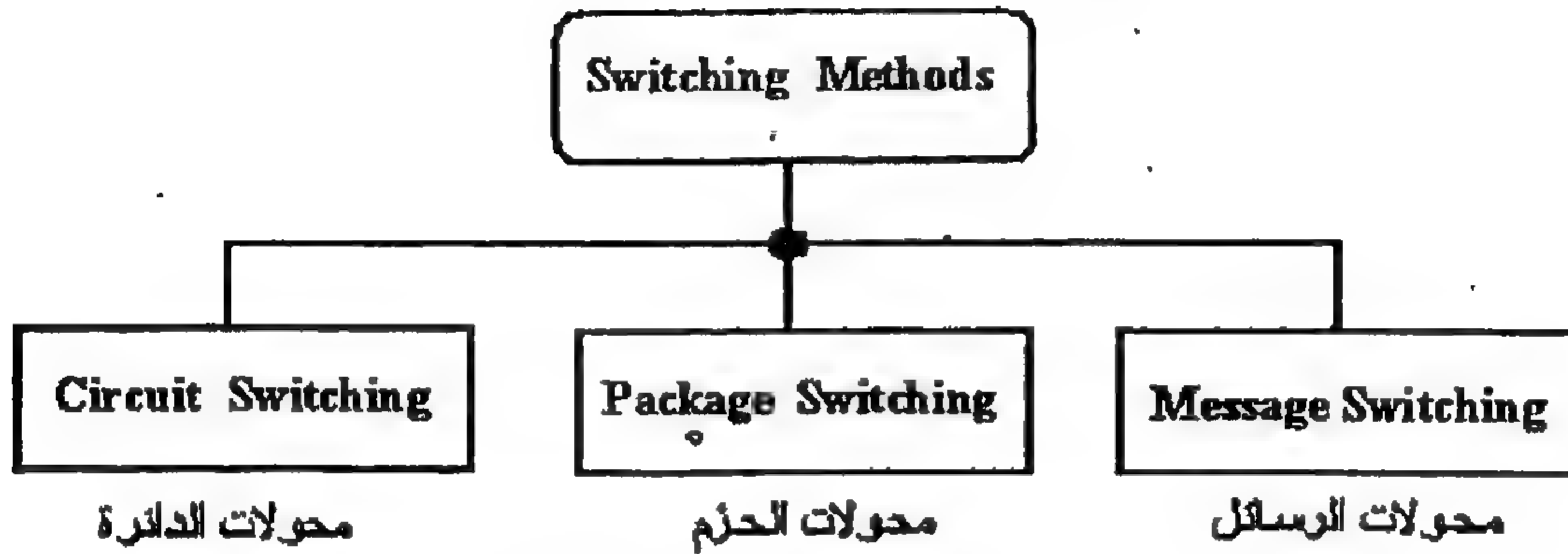
Switched networks تتكون من مجموعة من النقاط (أجهزة) يسمى محولات (switches). حيث أن Switches هي مكونات مادية أو برمجية لديها القدرة على إنشاء توصيلات مؤقتة بين جهازين أو أكثر حيث تكون الأجهزة مترابطة ببعضها من خلال switches وليس ارتباط مباشر. الشكل رقم 1 يوضح هيكل الشبكة المحولية (switched network) الذي يحتوي على التالي: 1) مجموعة من الأجهزة (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, and L) 2) مجموعة من switches (I, II, III, IV, V, VI, and VII) كل switch متصل بمجموعة من الروابط. تستخدم switches للتوصيل بين الروابط (توصيل رابطتين في وقت واحد)



شكل 1 : هيكل الشبكة المحولية (switched network)

يوجد ثلاث طرق لعملية switching هي :

- (1) محولات الدائرة Circuit Switching
 - (2) محولات الحزمة Package switching
 - (3) محولات الرسالة Message Switching
- الطريقة الأولى والثانية شائعي الاستخدام في وقتنا الحاضر والطريقة الثالثة لا تستخدم الآن إلا في بعض التطبيقات الخاصة

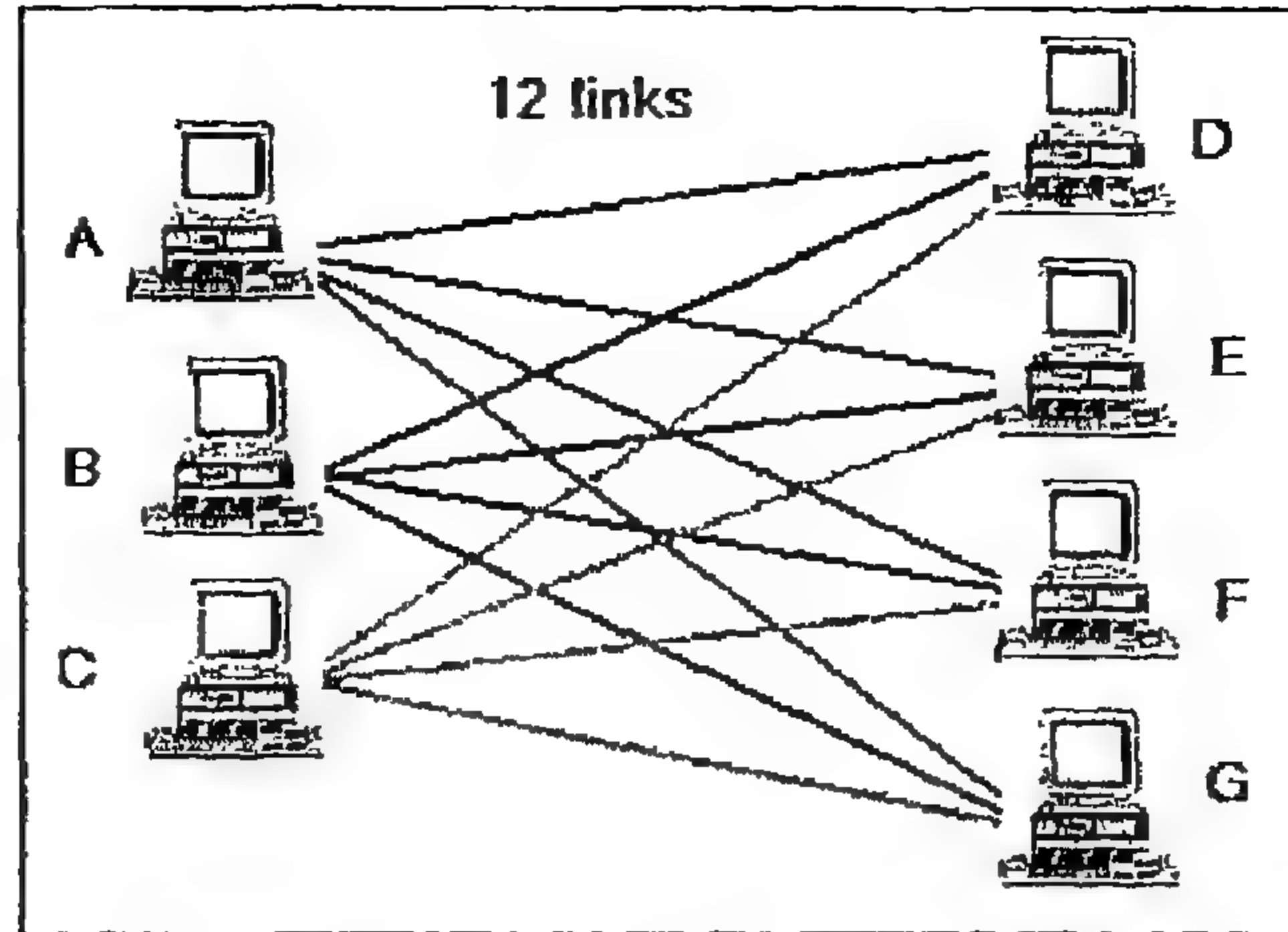


سنكتفي في هذا الفصل بدراسة الطريقة الأولى والثانية فقط

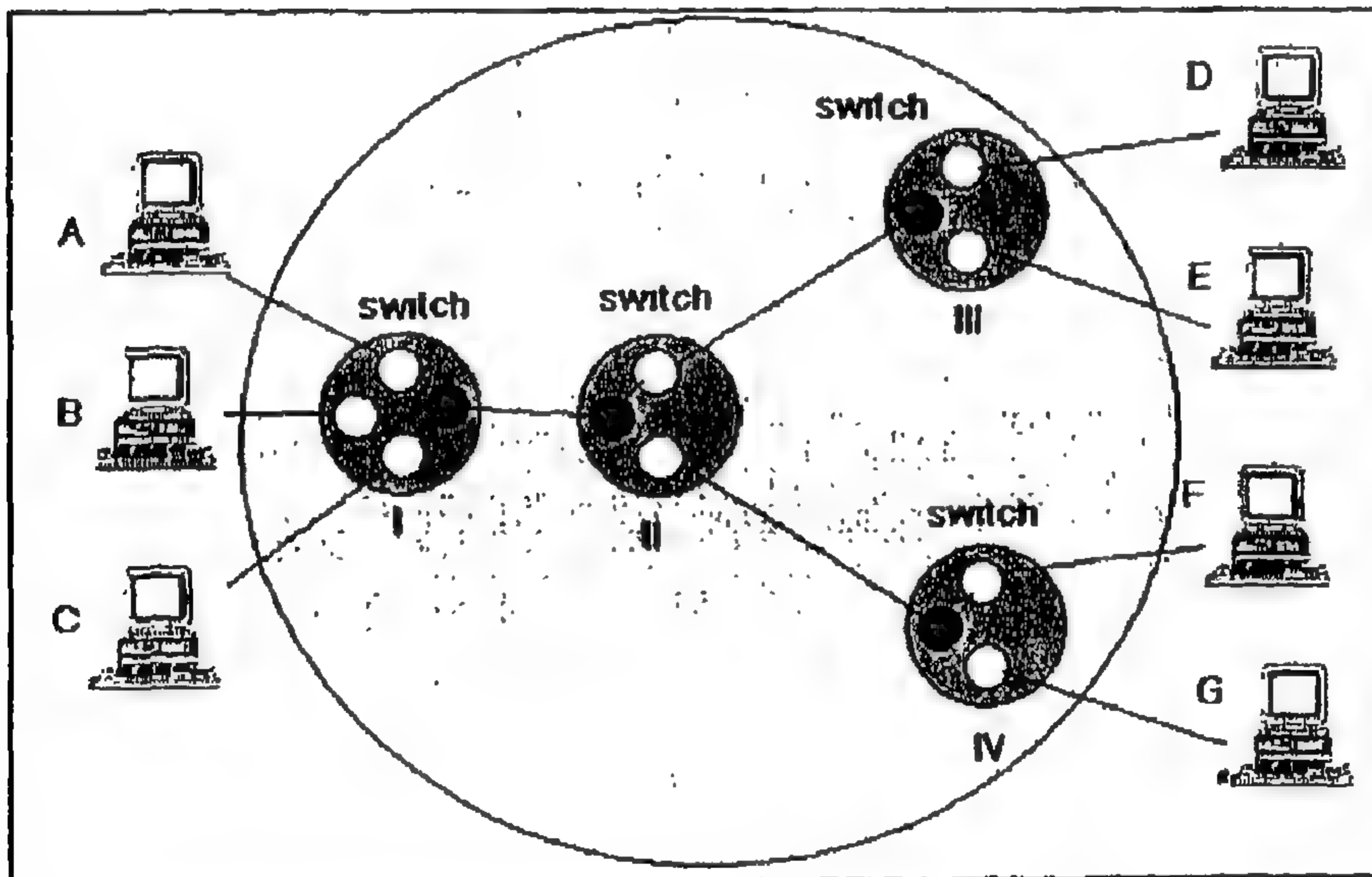
10.2 محولات الدائرة CIRCUIT SWITCHING

Circuit switching هي عملية خلق توصيل مادي مباشر بين جهازين مثل التليفونات وأجهزة الحاسب. على سبيل المثال إذا استخدمنا خاصية point-to-point لتوصيل ثلاثة الأجهزة (A, B, and C) بأربعة أجهزة أخرى (D, E, F, and G) فذلك يتطلب 12 رابط والشكل رقم 2 يوضح ذلك

في هذه الحالة يمكننا استخدام circuit switching حيث يوجد 4 Switches (الشكل رقم 3) لتقليل أطوال وعدد الروابط. في الشكل رقم 3 تم توصيل الجهاز A بالجهاز D. بواسطة التحكم في أزرع المحول (switch levers) يمكن توصيل أحد الأجهزة الموجودة في الجانب الأيسر للمحول بأحد الأجهزة الأخرى بالجانب الأيمن

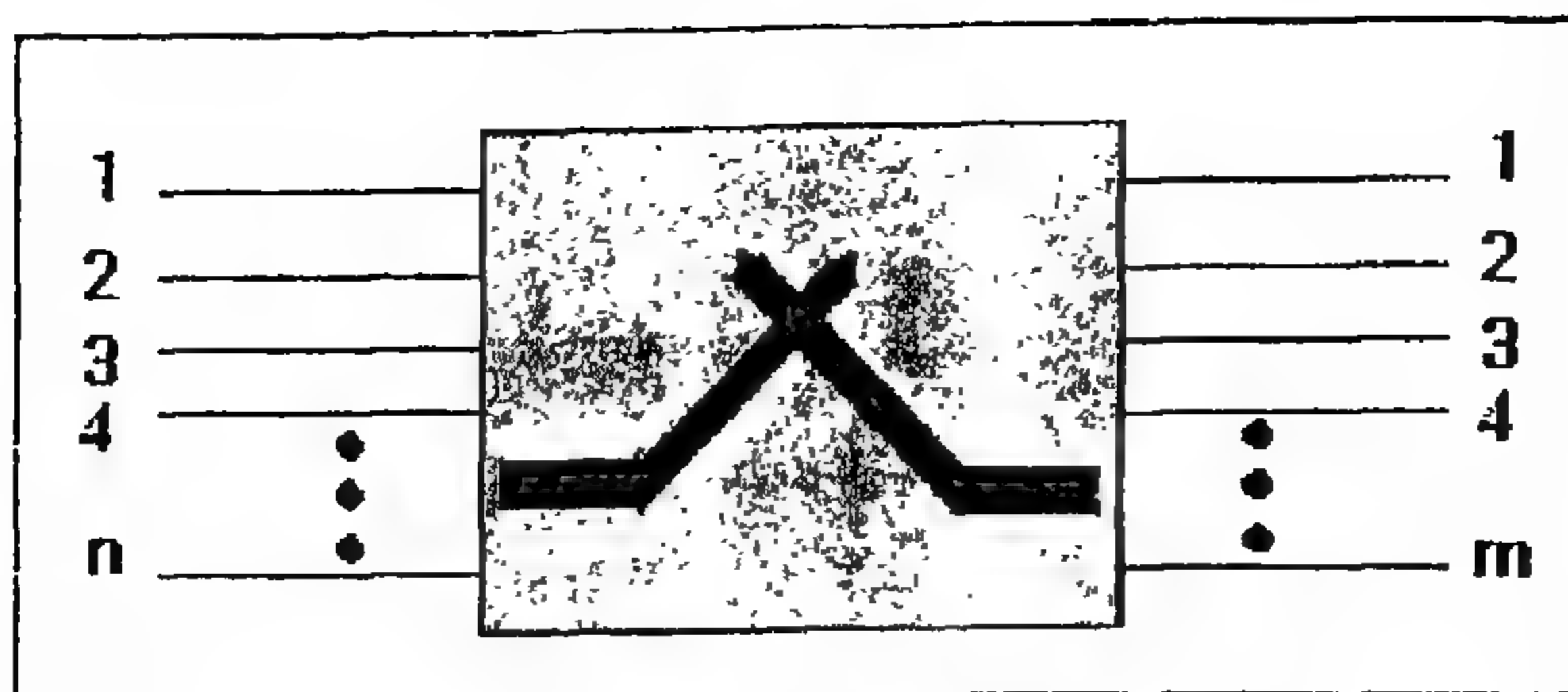


شكل رقم 2: توصيل ثلاثة أجهزة (A, B, and C)
باربعة أجهزة أخرى (D, E, F, and G)



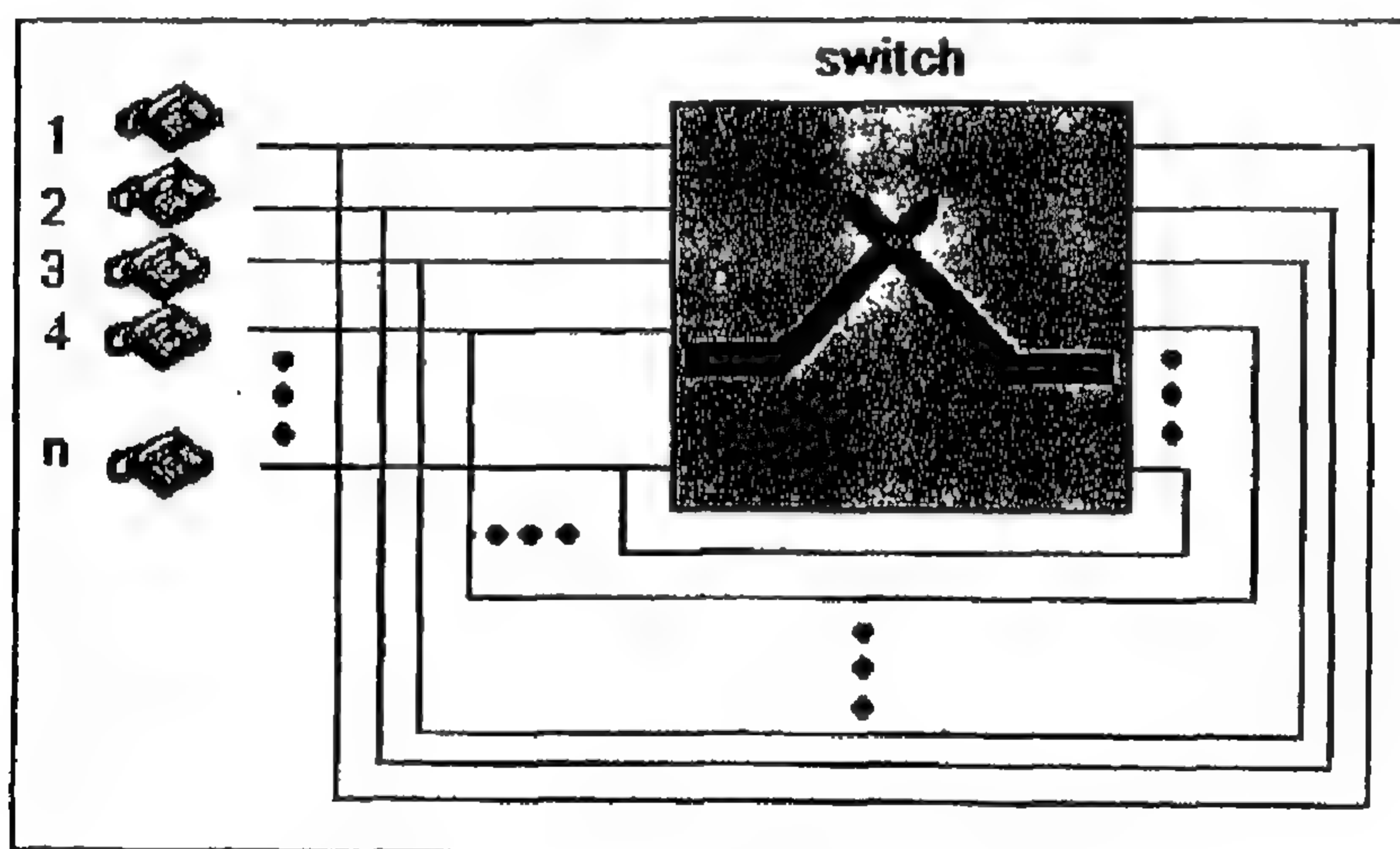
شكل 3: شبكة محولات الدائرة Circuit-Switched network

Circuit switch هو جهاز له عدد (n) من المدخلات وعدد (m) من المخرجات ويستخدم لأجراء توصيل مؤقت بين الجهاز المتصل بأحد أطراف الدخل بالجهاز المتصل بأحد أطراف الخرج. الشكل رقم 4 يوضح شكل Circuit switch



شكل 4 : محول الدائرة Circuit switch

المحول ($n \times n$) المطوي (n -by- n folded switch) يستخدم n من الروابط في full-duplex mode. فعلى سبيل المثال يمكن توصيل عدد n من التليفونات بطريقة معينة بحيث أن كل جهاز يمكنه الاتصال بجميع الأجهزة الأخرى. الشكل رقم 5 يوضح شكل المحول المطوي (folded switch)

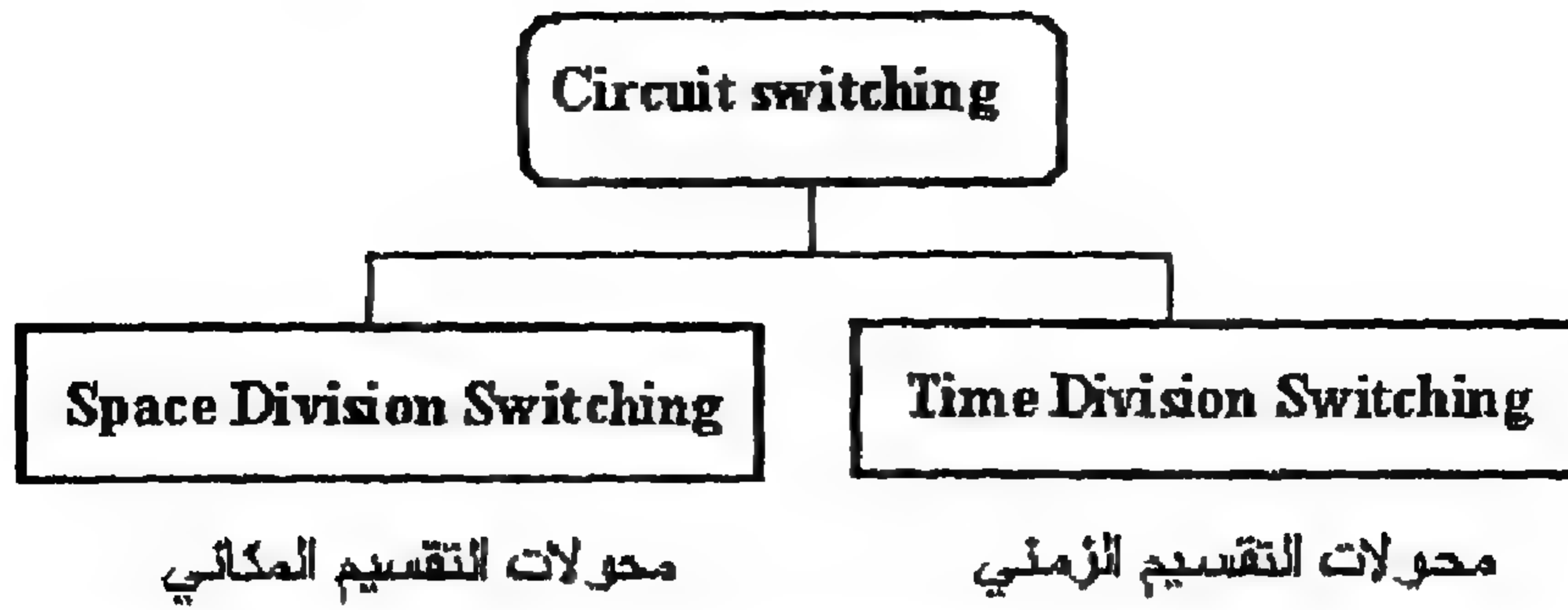


شكل 5: المحول المطوي (folded switch)

محول الدائرة Circuit switching يمكن أن يستخدم أحد التقنيتين التاليتين:

(1) محول التقسيم المكاني Space Division Switching

(2) محول التقسيم الزمني Time Division Switching

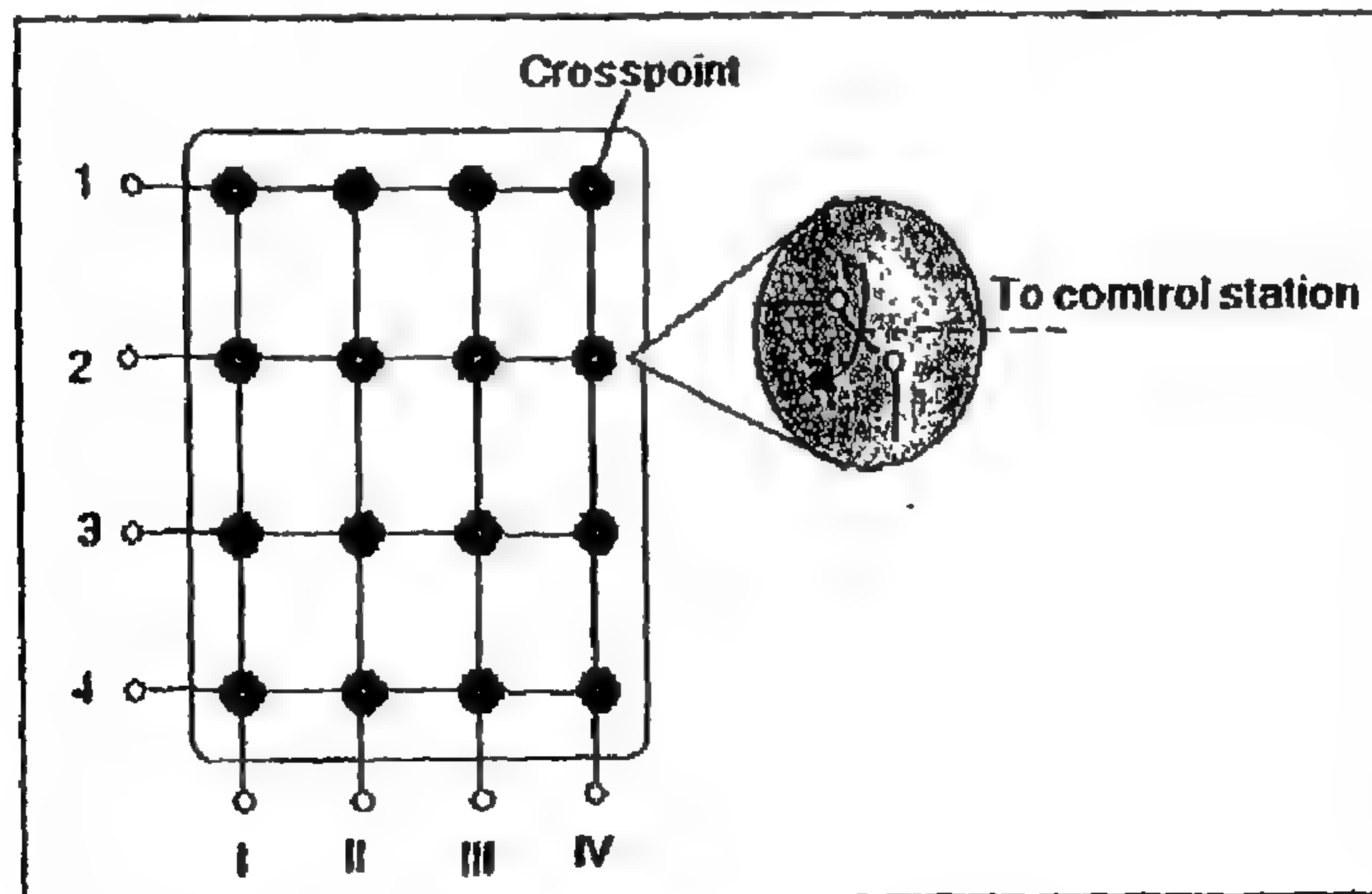


10.2.1 محولات التقسيم المكاني SPACE-DIVISION SWITCHES

هذه التقنية صممت أساساً للاستخدام مع الشبكات المتصلة (analog networks) ولكنها حديثاً أصبحت تستخدم مع الشبكات المنطقية (digital networks). حدثت تطورات عديدة في تصميمات هذا النوع وسنذكر في الجزء التالي بعض هذه التصميمات

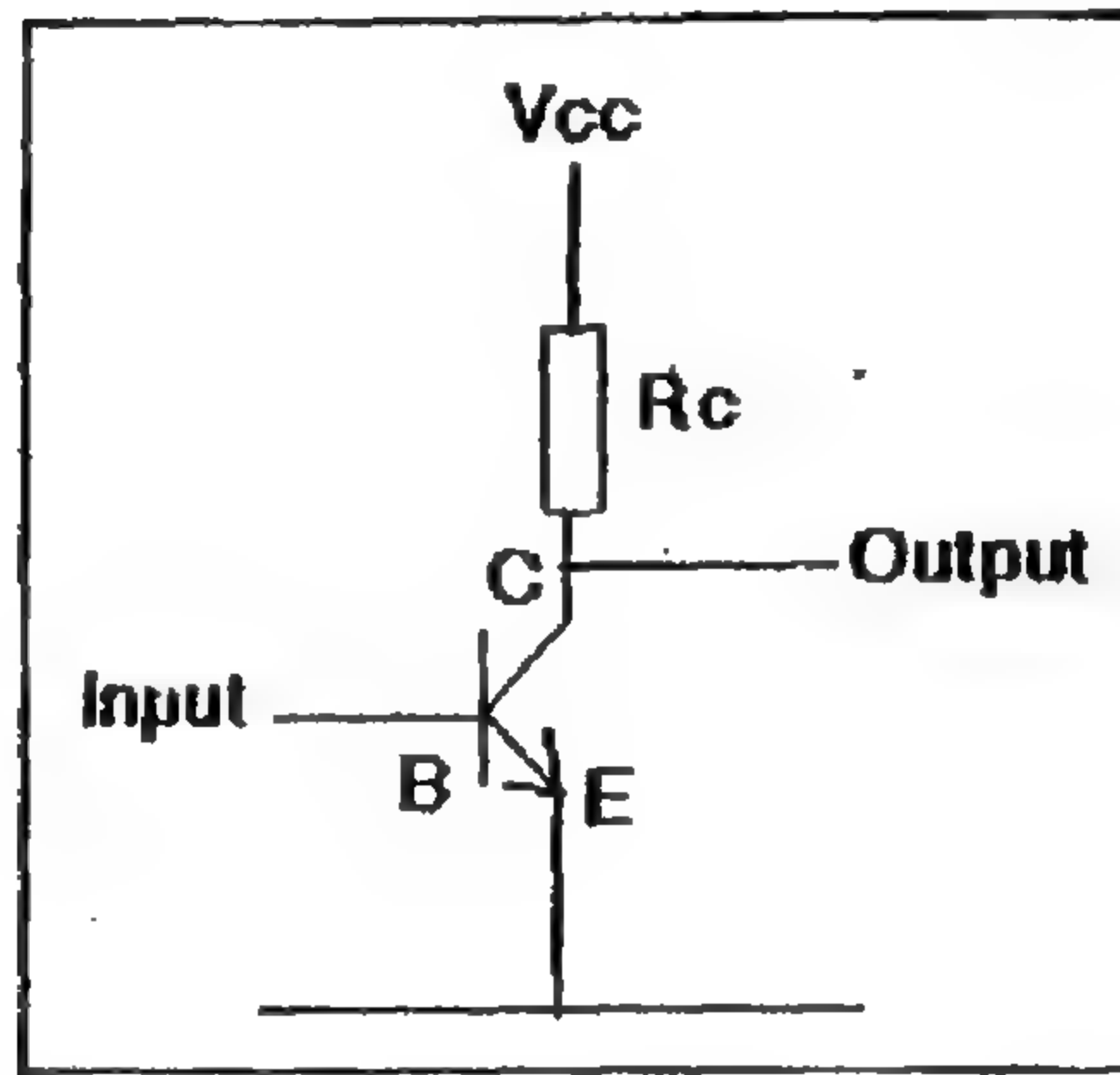
(a) محولات التقاطعات الأحادي Crossbar Switches

الشكل رقم 6 يوضح شكل Crossbar switch. يستخدم هذا التصميم لربط عدد (n) من أطراف الدخل مع عدد (m) من أطراف الخرج في شبكة (grid) باستخدام المحول الإلكتروني (Transistor) an electronic switch في كل تقاطع (cross-point). من أهم عيوب هذا التصميم هو تعدد التقاطعات. فكلما زاد قيمة m and n زادت التقاطعات (إذا كانت $m=1000$ وكانت $n=1000$ فإن عدد التقاطعات يساوي 1000000) وذلك مما يحد من استخدام هذا التصميم في التوصيلات المتعددة.



شكل 6 : Crossbar switch

الشكل رقم 7 يوضح شكل المكون الداخلي (electronic switch) في crossbar switch حيث أنه في عدم وجود نبضة (جهد عالي) على قاعدة (base) transistor فسيكون في الحالة (off-state) وبالتالي يكون تيار الخرج (collector current) يساوي صفر أي يكون switch غير موصل والعكس عندما يتم إدخال نبضة على قاعدة Transistor والتي تجعل الترانزستور في حالة تشبع (saturation state) أي يكون في حالة توصيل



شكل 7: المكون الداخلي (electronic switch) في crossbar switch

(b) محول التقاطعات المتعدد المراحل

Multistage Switch (Multiple crossbar switch)

لحل معوقات استخدام crossbar switch يستخدم multistage switch حيث أنه يتم جميع عدد من crossbar switch في مراحل متعددة. في حالة استخدام multistage switch تكون الأجهزة مترابطة بواسطة switches وتكون هذه switches مرتبطة داخليا switches أخرى. يعتمد تصميم multistage switch على عاملين أساسيين هما عدد المراحل الداخلية وعدد switches في كل مرحلة بصفة عامة تحتوي المراحل المتوسطة على أقل عدد من switches مقارنة بالمرحلة الأولى والأخيرة

مثال 1 :

صمم three-stage multistage switch يحتوي على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى والثالثة تحتوي كل منهما على three crossbar switches والمرحلة الثانية تحتوي على two crossbar switches وذلك لاستخدامه في ربط 15 جهاز ب 15 جهاز آخر وذلك من خلال حساب التالي :

- عدد أطراف الدخل والخرج لكل crossbar switch في كل مرحلة
 - إجمالي عدد التقاطعات في كل مرحلة
 - إجمالي عدد التقاطعات في التصميم المقترح
- قارن بين إجمالي عدد التقاطعات الحادثة في هذا التصميم وعدد التقاطعات الحادثة حين استخدام single-stage crossbar switch

الحل:

أولاً: استخدام المحول متعدد المراحل Multistage switch

حيث أن المرحلة الأولى تحتوي على three crossbar switches ولدينا 15 جهاز في دخل multistage switch فسيتم تقسيمهم على ثلاث مجموعات كل مجموعة تحتوي على 5 أجهزة . بالتالي يكون لدينا في المرحلة الأولى للتصميم الداخلي عدد 3 crossbar switches كل واحد منهم يحتوي على خمسة أطراف في الدخل ($M1 = 5$)

حيث أن المرحلة الثالثة تحتوي على three crossbar switches ولدينا 15 جهاز في خرج multistage switch فسيتم تقسيمهم على ثلاث مجموعات كل مجموعة تحتوي على 5 أجهزة . بالتالي يكون لدينا في المرحلة الثالثة للتصميم الداخلي عدد 3 crossbar switches كل واحد منهم يحتوي على خمسة أطراف في الخرج ($N3 = 5$).

الطريقة أولى :

لربط خرج كل switch في المرحلة الأولى بعدد two switches الموجودة في المرحلة الثانية يكون عدد أطراف الخرج لكل switch في المرحلة الأولى يساوي $(N1=2)$

لربط خرج كل switch في المرحلة الثالثة بعدد two switches الموجودة في المرحلة الثانية يكون عدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثالثة يساوي $(M3=2)$. بالتالي يكون عدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثانية يساوي $(M2=3)$ وعدد أطراف الخرج له يساوي $(N2=3)$

الطريقة الثانية

حيث أن المرحلة الثانية تحتوي على two crossbar switches ولكي يتم ربط كل switch في المرحلة الثانية بجميع three switches الموجودة في المرحلة الأولى فسيكون عدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثانية يساوي $(M2=3)$

المرحلة الثانية تحتوي على two crossbar switches ولكي يتم ربط كل switch في المرحلة الثانية بجميع three switches الموجودة في المرحلة الثالثة فسيكون عدد أطراف الخرج لكل switch في المرحلة الثانية يساوي $(N2=3)$. وبالتالي يكون عدد أطراف الخرج لكل switch في المرحلة الأولى يساوي $(N1=2)$ وعدد أطراف الدخل لكل switch في المرحلة الثالثة يساوي $(M3=2)$

ثانياً: أي من الطريقتان السابقتان يكون لدينا الآن

○ المرحلة الأولى تحتوي على three (5×2) crossbar switches

○ المرحلة الثالثة تحتوي على three (2×5) crossbar switches

○ المرحلة الثانية تحتوي على two (3×3) crossbar switches

ثانياً: عدد التقاطعات cross points في هذا التصميم يتم حسابها كالتالي :

○ المرحلة الأولى: تحتوي على three switches كل switch به 10 تقاطعات

(5×2)

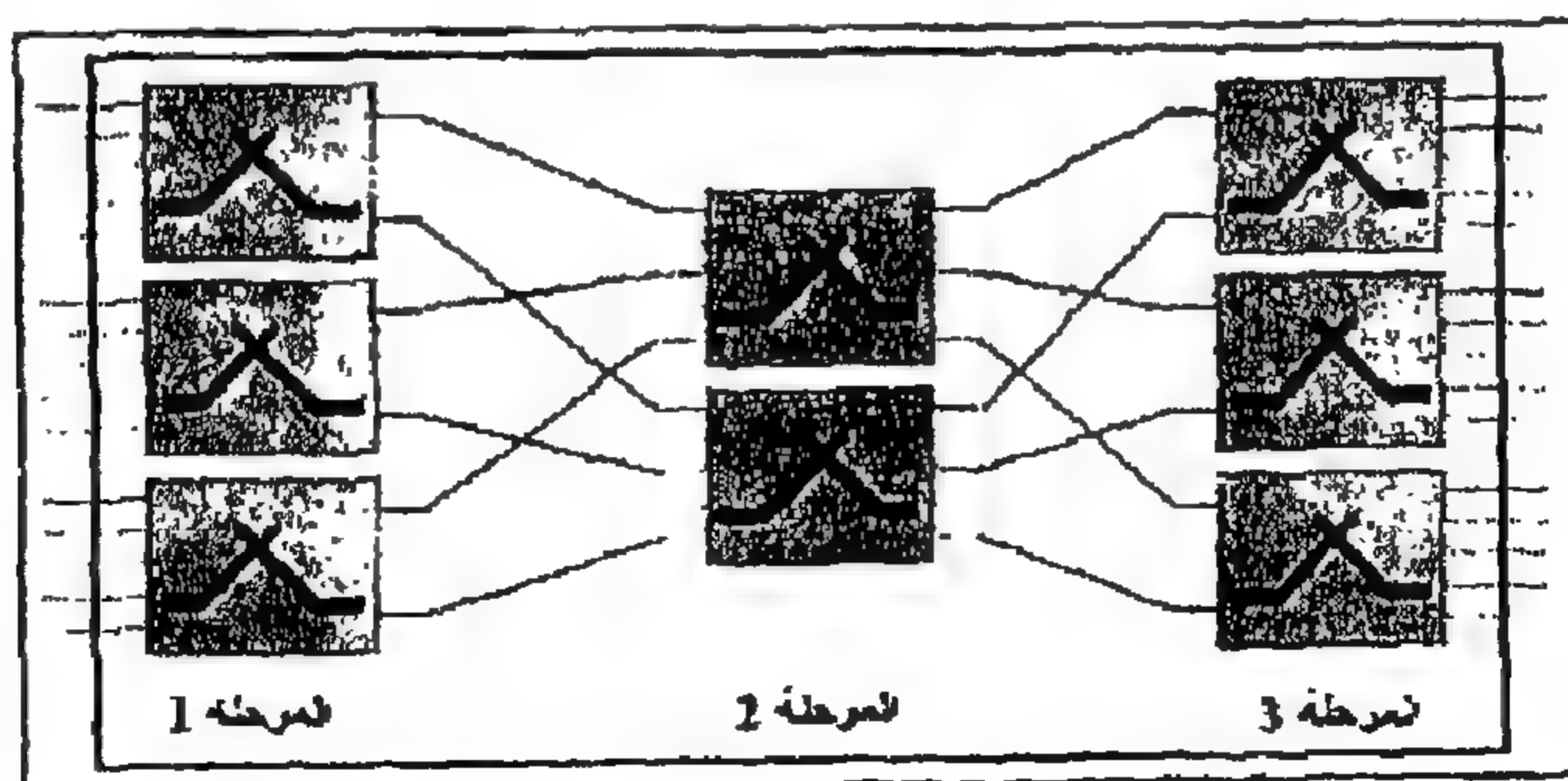
إجمالي عدد التقاطعات في المرحلة الأولى $= 3 \times 5 \times 2 = 30$ تقاطع
 ○ المرحلة الثالثة: تحتوي على three switches كل switch به 10 تقاطعات
 (2x5)

إجمالي عدد التقاطعات في المرحلة الأولى $= 3 \times 2 \times 5 = 30$ تقاطع
 ○ المرحلة الثانية: تحتوي على two switches كل switch به 10 تقاطعات (5x2)
 إجمالي عدد التقاطعات في المرحلة الأولى $= 2 \times 3 \times 3 = 30$ تقاطع
 الإجمالي الكلي لعدد التقاطعات يساوي (30 + 30 + 18) 78 تقاطع
 الشكل رقم 8 يوضح محول التقاطعات المتعدد المراحل Multistage switch

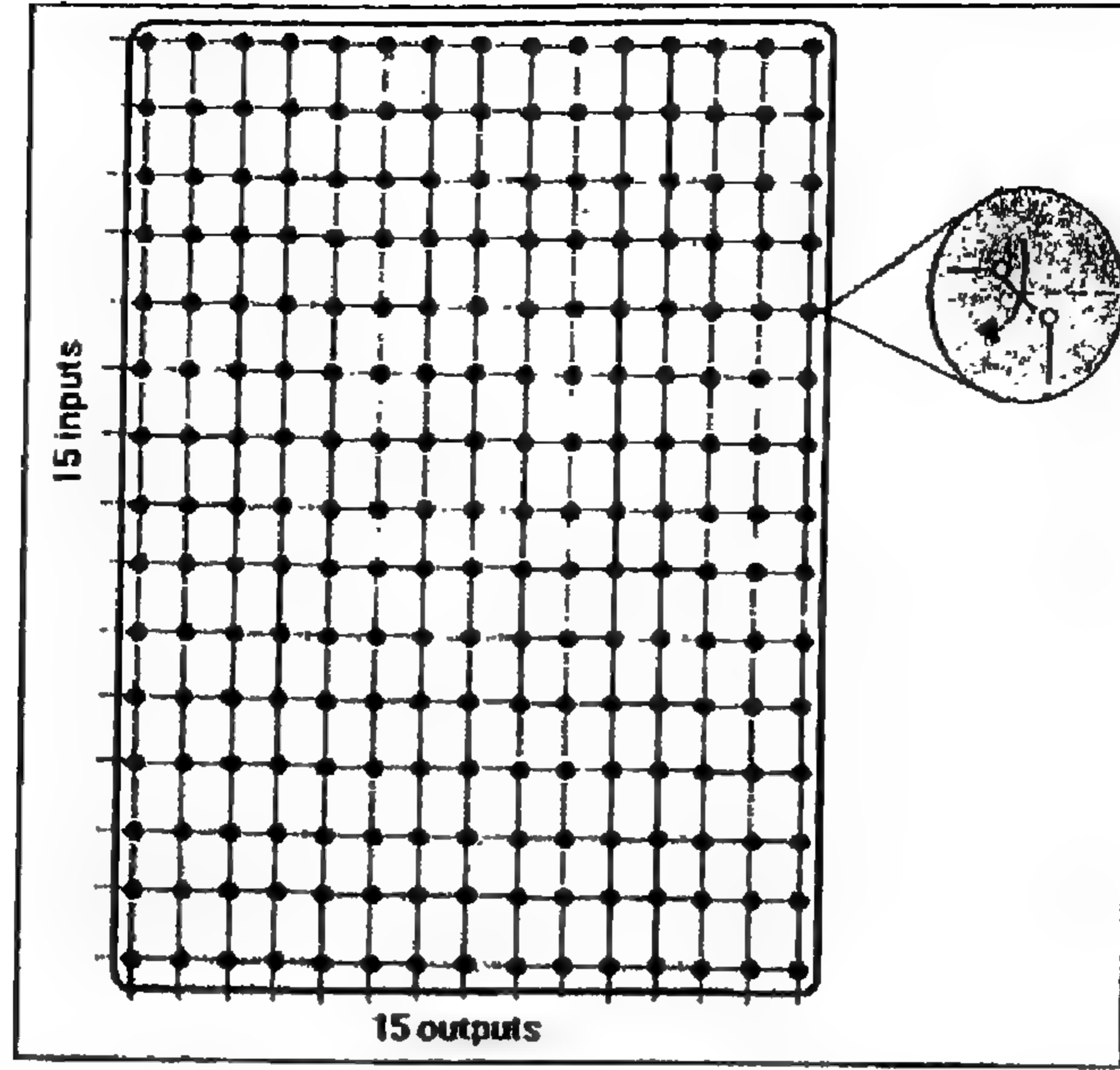
ثانياً : استخدام محول التقاطعات الأحادي single-stage crossbar switch
 في حالة استخدام crossbar switch (single-stage switch) فسيكون عدد 15 دخل
 وعدد 15 خرج أي يكون هناك 225 تقاطع (15 x 15) أي نحتاج إلى 225 ترانزستور
 بالإضافة إلى تعقيدات التوصيل . الشكل رقم 9 يوضح شكل محول التقاطعات الأحادي

Single-stage crossbar switch

يتبين مما سبق أن التصميم باستخدام محول التقاطعات المتعدد المراحل
 (multistage stage switch design) يحتوي على 30% من تقاطعات مقارنة
 بمحول التقاطعات الأحادي (single-stage switch). (تقليل التقاطعات cross
 points) يؤدي إلى حدوث ظاهرة Blocking وهو ما سنتناوله في الجزء التالي



شكل 8: محول التقاطعات المتعدد المراحل Multistage switch (مثال رقم 1)



شكل 9: محول التقاطعات الأحادي Single-stage crossbar switch (مثال رقم 1)

المسارات المتعددة Multiple Paths

من أحد مزايا استخدام multistage switch هو تعدد الخيارات في اختيار المسار المستخدم لربط جهازين. الشكل رقم 10 يوضح خيارات المسارات المتعددة للمحولات متعددة المراحل. الشكل يوضح أحد الخيارين (a and b) لربط الجهاز المتصل بالدخل الرابع مع جهاز آخر متصل بالخرج التاسع:

(a) الخيار الأول: مسار انتقال الإشارة من الدخل الرابع إلى الخرج التاسع باستخدام

crossbar switch السفلي في المرحلة المتوسطة (شكل a)

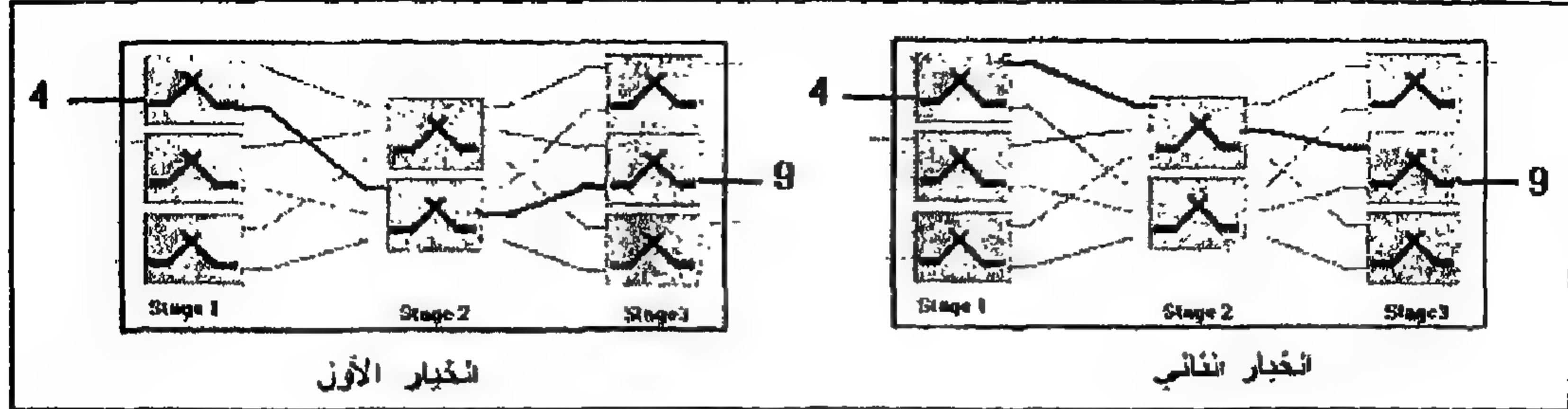
(b) الخيار الثاني: مسار انتقال الإشارة من الدخل الرابع إلى الخرج التاسع باستخدام

crossbar switch العلوي في المرحلة المتوسطة (شكل b)

Blocking

Blocking تعني أنه في بعض الأحيان لا يمكن ربط أحد الأجهزة الموجودة في دخل multistage switch بأحد الأجهزة الموجودة في خرج multistage switch. تحدث

ظاهرة Blocking عندما يحدث زيادة (تعدد) في طرق المرور (traffic) داخل multistage switch حيث أنه يمكن أن تكون أحد المسارات مشغولة بربط أجهزة أخرى



شكل 10: خيارات المسارات المتعددة للمحولات متعددة المراحل

أحد المشاكل الناجمة عن حدوث ظاهرة Blocking هو أنه عندما يتصل شخص بآخر تليفونيا يجد أن الخط مشغول ليس لأن الشخص الآخر يستعمل التليفون ولكن لعدم وجود مسار يستطيع استخدامه للاتصال بالشخص الآخر. لا يمكن أن تحدث ظاهرة Blocking في حالة استخدام single-stage crossbar switch وذلك لوجود مسار واحد فقط لربط كل جهازين

10.2.2 محولات التقسيم الزمني TIME-DIVISION SWITCHES

هذا النوع يستخدم تقنية TDM (Time-Division Multiplexing) لعمل Switching. هناك طريقتان شائعتا الاستخدام:

(a) تبادل الشقوق الزمنية Time-Slot Interchanging

(b) TDM Bus ناقل التقسيم الزمني

(a) تبادل الشقوق الزمنية (TSI) Time-Slot Interchanging (TSI)

الشكل رقم 11 يوضح الفارق بين TDM في حالة عدم وجود TSI و TDM في حالة وجود TSI. الشكل (a) يبين أن الترتيب التالي إلزامي:

الجهاز الأول في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الأول في الجانب الأيمن
 الجهاز الثاني في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثاني في الجانب الأيمن
 الجهاز الثالث في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثالث في الجانب الأيمن
 الجهاز الرابع في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الرابع في الجانب الأيمن
 باستخدام TSI يمكن أن يقوم الجهاز الموجود في الجانب الأيسر بإرسال
 معلوماته إلى أي جهاز في الجانب الأيمن

الشكل (b) يوضح أحد الأمثلة العملية للاتصالات باستخدام TSI :

الجهاز الأول في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثالث في الجانب الأيمن
 الجهاز الثاني في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الرابع في الجانب الأيمن
 الجهاز الثالث في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الأول في الجانب الأيمن
 الجهاز الرابع في الجانب الأيسر يرسل معلوماته إلى الجهاز الثاني في الجانب الأيمن

كيفية عمل TSI

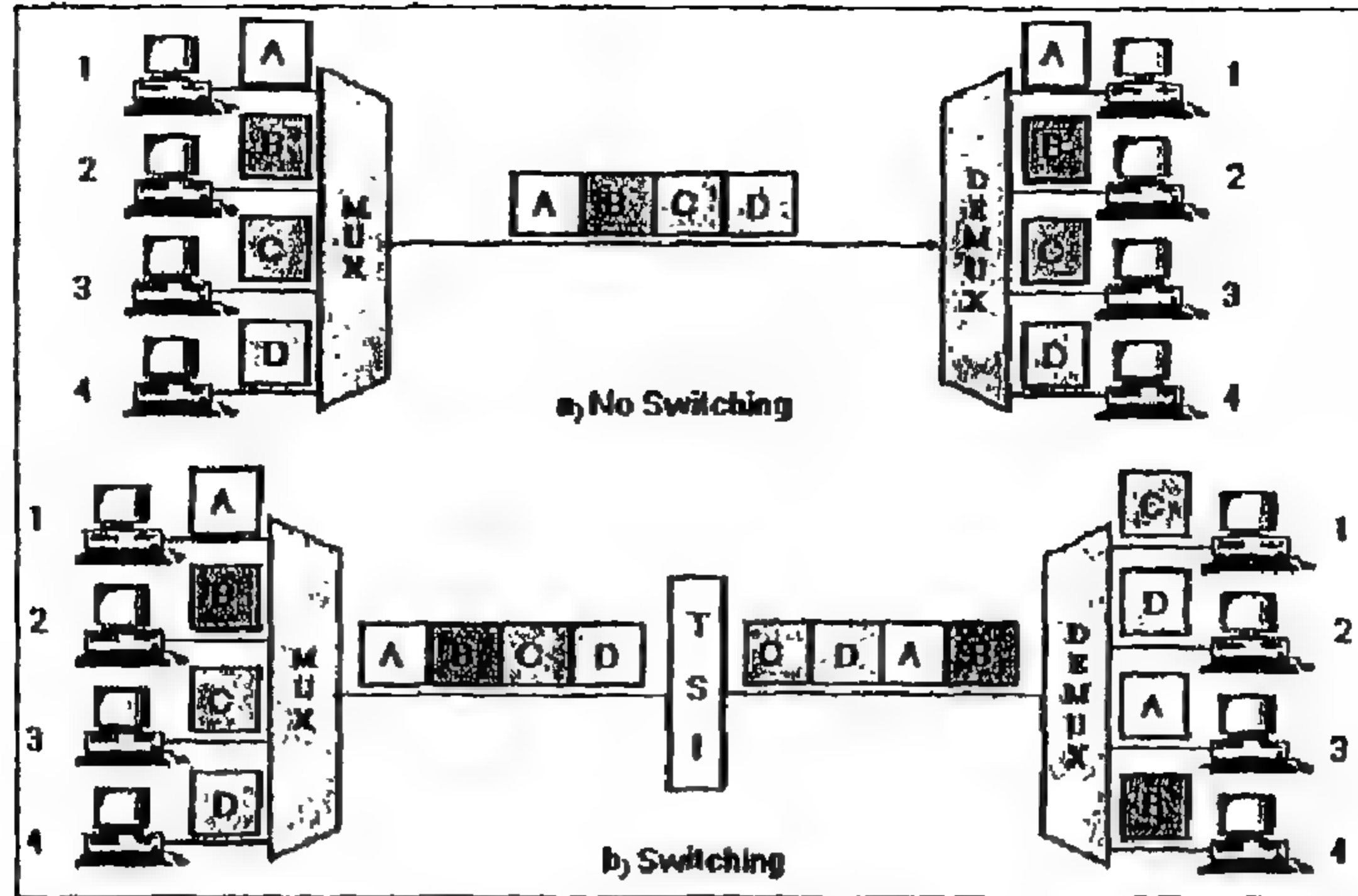
الشكل رقم 12 يوضح عملية TSI

- يتكون TSI من ذاكرة قراءة وكتابة (RAM – Random Access Memory)
- عدد Memory Location يساوي عدد الدخول
- محتوى كل Memory Location يساوي محتوى slot الواحد
- في معظم الحالات يكون عدد الدخول يساوي عدد الخروج
- تملئ Memory Location بالبيانات القادمة من المرسل حسب ترتيب إرسالها من المرسل

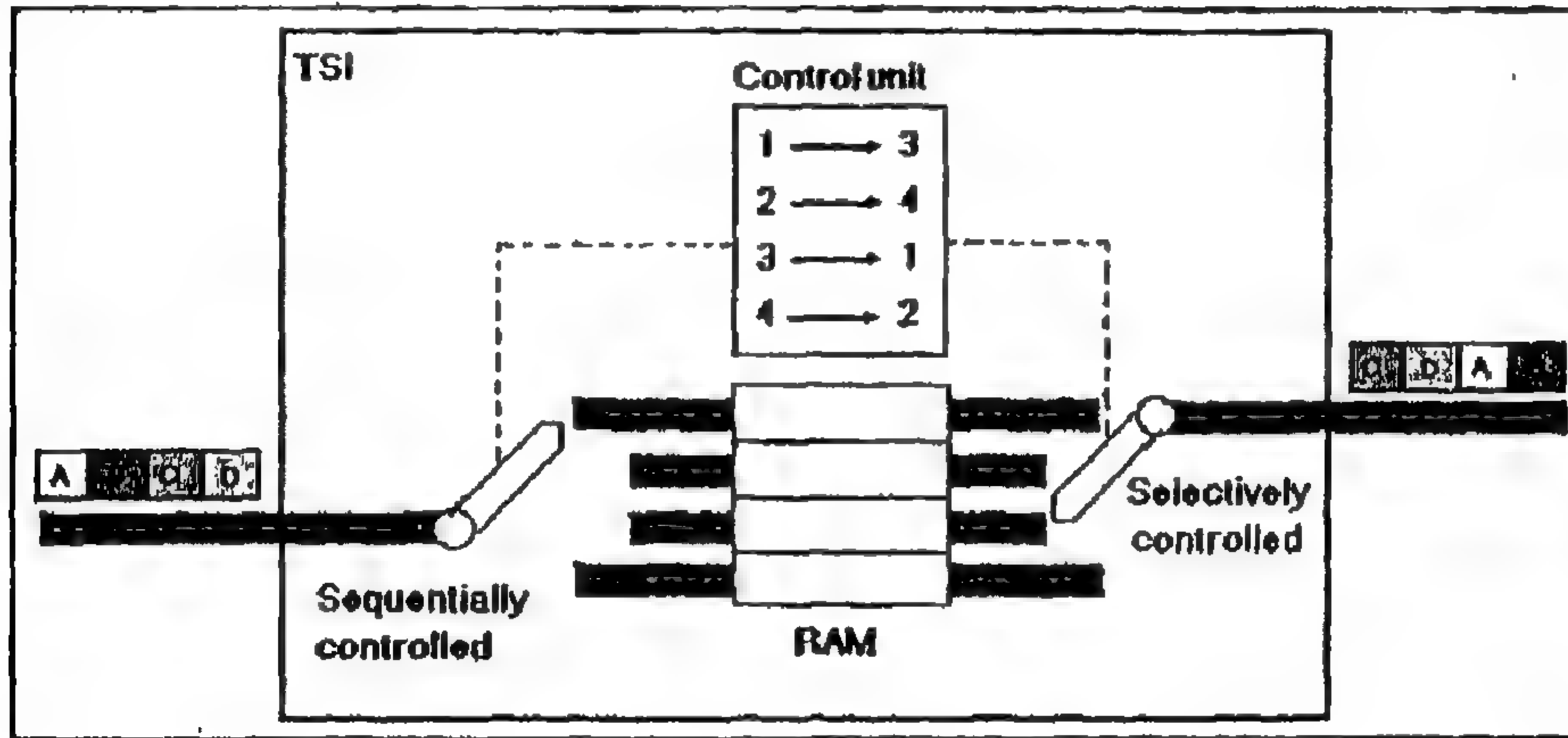
A → B → C → D

- تسحب البيانات من Memory Location حسب ترتيب المطلوب لتوزيعها على أجهزة الاستقبال

يحدد ترتيب سحب البيانات تبعاً لقرارات وحدة التحكم (control unit)



شكل 11: الفارق بين TDM في حالة عدم وجود TSI و TDM في حالة وجود TSI

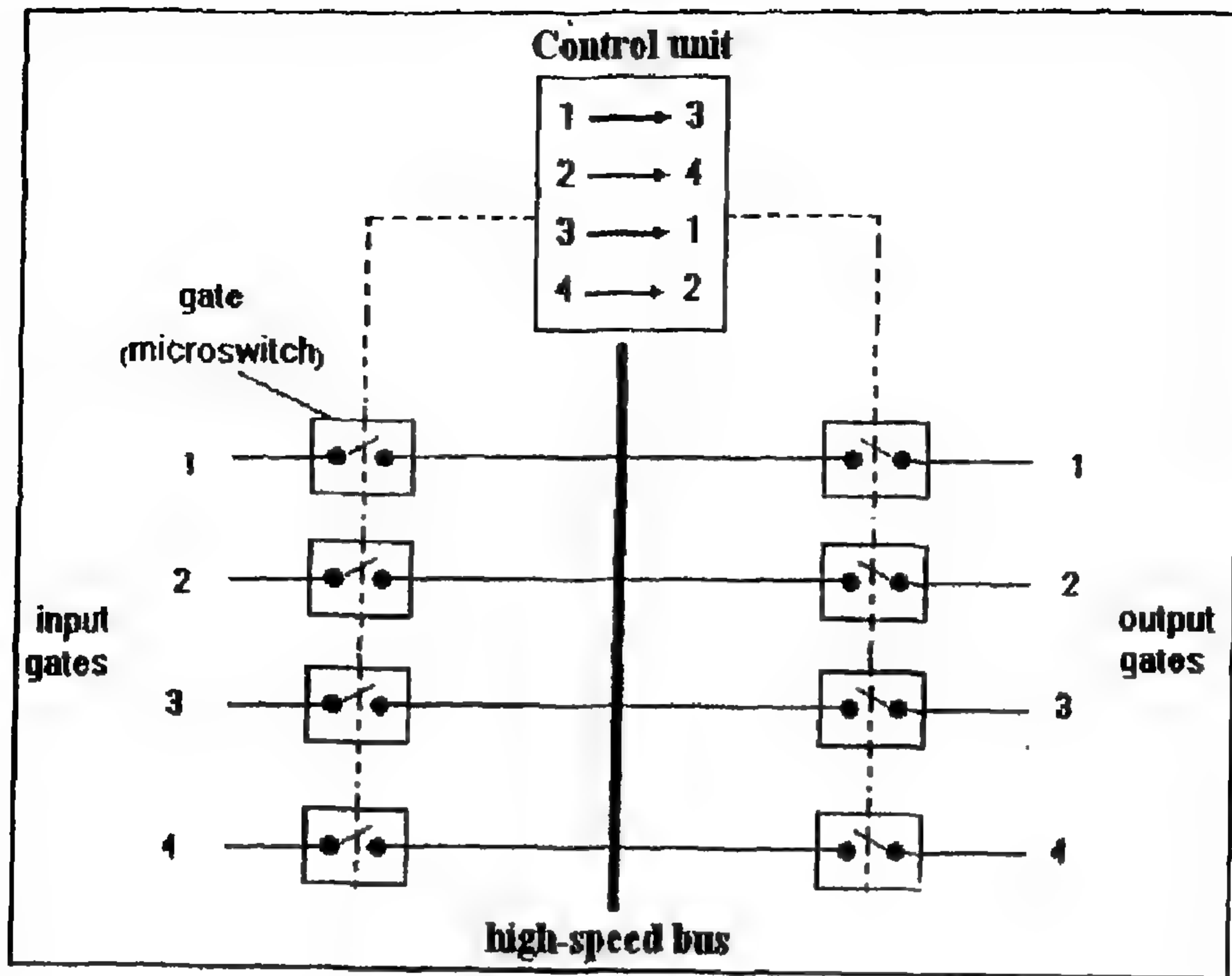


شكل 12: عملية TSI

TDM bus (b)

الشكل رقم 13 يوضح شكل مبسط ل TDM bus

أطراف الدخل والخرج متصلة بمسار عالي السرعة (high speed bus) خلال مجموعة من البوابات للدخل والخرج (Microswitch). كل بوابة دخل تغلق خلال مرة من بين 4 مرات (one of 4 time slots). في نفس وقت slot يتم غلق بوابة خرج واحدة. هذا الأسلوب يمكن البيانات من الانتقال من أي طرف من أطراف الدخل إلى أي طرف من أطراف الخرج باستخدام المسار العالي السرعة. وحدة التحكم هي التي تقوم بالتحكم في غلق أو فتح Microswitch (gate) تبعاً لعملية switching



شكل 13: شكل مبسط ل TDM bus

على سبيل المثال (كما هو موضح بالشكل السابق)

- في أول time slot يتم غلق البوابة عند الدخول الأول والبوابة عند الخروج الثالث
- في ثاني time slot يتم غلق بوابة الدخول الثاني والخروج الرابع

ملحوظات

- (1) Circuit switching تصمم للاستخدام في الاتصالات التليفونية
- (2) أثناء المحادثات التليفونية (على سبيل المثال): بمجرد إنشاء دائرة الاتصال تستمر هذه الدائرة في العمل طوال فترة المحادثة. أي أن التوصيل بين الطرفين يستمر طوال فترة المحادثة طالما لم تقصرت

10.3 محولات الحزمة PACKET SWITCHING

محولات الحزمة Circuit switching صممت خصيصا للاتصالات الصوتية (Voice communications) . فعلى سبيل المثال في المحادثات التليفونية فإنه بمجرد إنشاء circuit فإنها تستمر متصلة طوال فترة المحادثة

10.3.1 قصور محولات الدائرة Weakness Of Circuit Switching

- (1 Circuit switching أقل ملائمة للاتصالات الخاصة بنقل data data communication) وذلك لأنه في data communication يتم إرسال إطارات البيانات بينها فترات وهذه الفترات يكون الاتصال فيها خامل وبالتالي يكون هناك عدم استغلال لبعض التسهيلات والإمكانات
- (2 القصور الثاني المتعلق باستخدام Circuit switching في data communication هو سرعة إرسال البيانات حيث أنه في circuit switching يوجد هناك ربط بين جهازين مع فرض تساوي data rate لهما وهذا يؤدي إلى عدم وجود سماحية للعمل مع data rates متغيرة لأجهزة الاتصال الرقمية المستخدمة
- (3 Circuit switching غير مرن (inflexible) حيث أنه بمجرد إنشاء circuit فإن هذا circuit يكون المسار المستخدم بواسطة جميع أجزاء الإرسال (all parts of the transmission)
- (4 Circuit switching تنظر إلى all transmission بنظرة متساوية وبالتالي فإنه ليس هناك إمكانية إجراء خصوصية تغيير لبعض الأجهزة عن الأجهزة الأخرى. فعلى سبيل المثال الإرسال من X يتم إجراؤه في جميع الأوقات ولكن الإرسال من Z يعتمد على الزمن

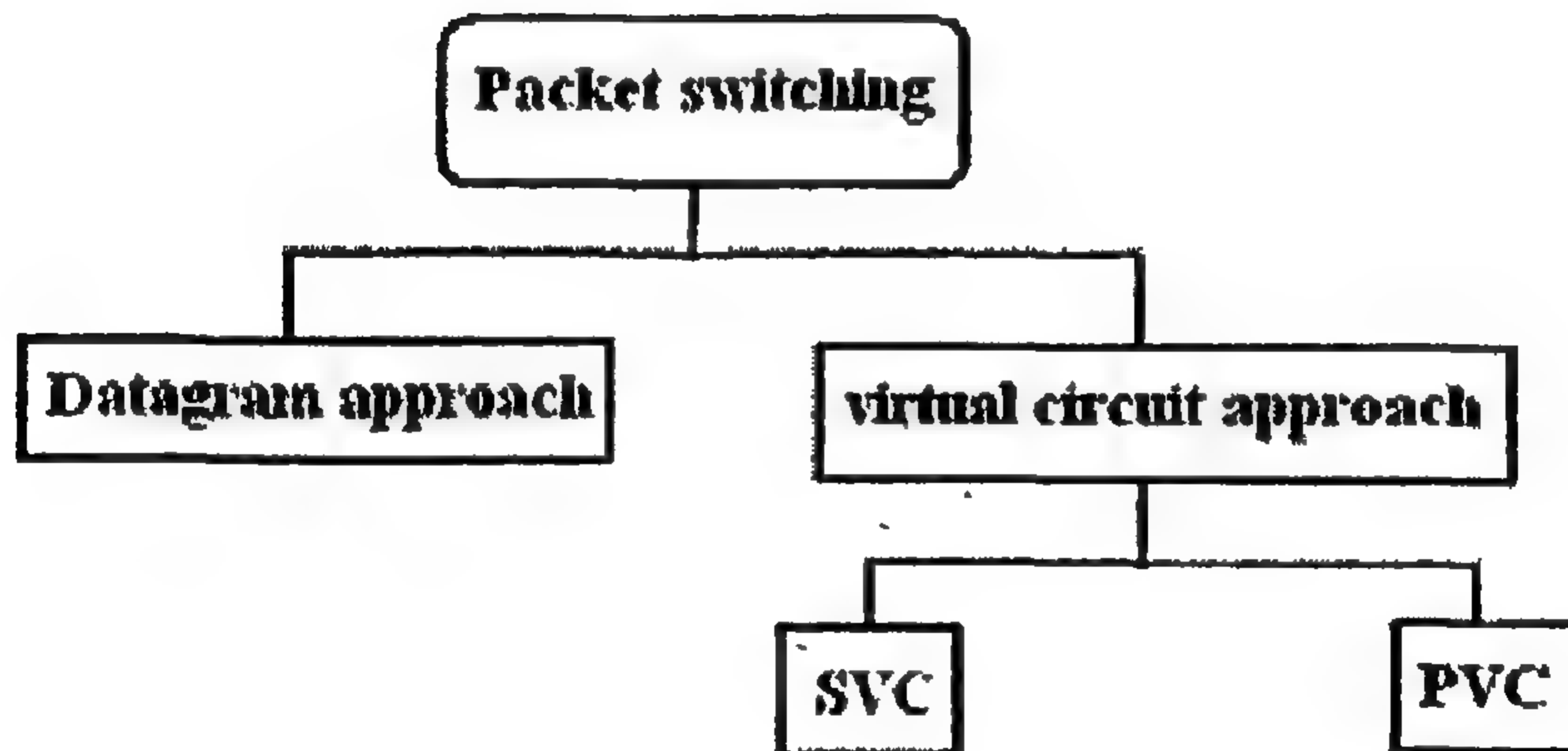
الحل المثالي لجميع أوجه القصور السابقة هو استخدام Packet switching

10.3.2 أساسيات محولات الحزمة Principles of Packet switching

في packet switching يتم تقسيم data إلى وحدات منفصلة طولها متغير (variable length) packet تسمى ويحدد أقل طول length for packet بواسطة الشبكة. كل packet لا يحتوي فقط على data ولكن يحتوي على header يحتوي على معلومات تحكم (control information) مثل priority codes and addresses of source and destination. يتم إرسال packet عبر نقاط الشبكة وعند كل node يتم تخزين packet ثم تسييره (routing) تبعاً للمعلومات الموجودة في header يوجد نوعان شائعان للاستخدام في packet switching

(a) datagram

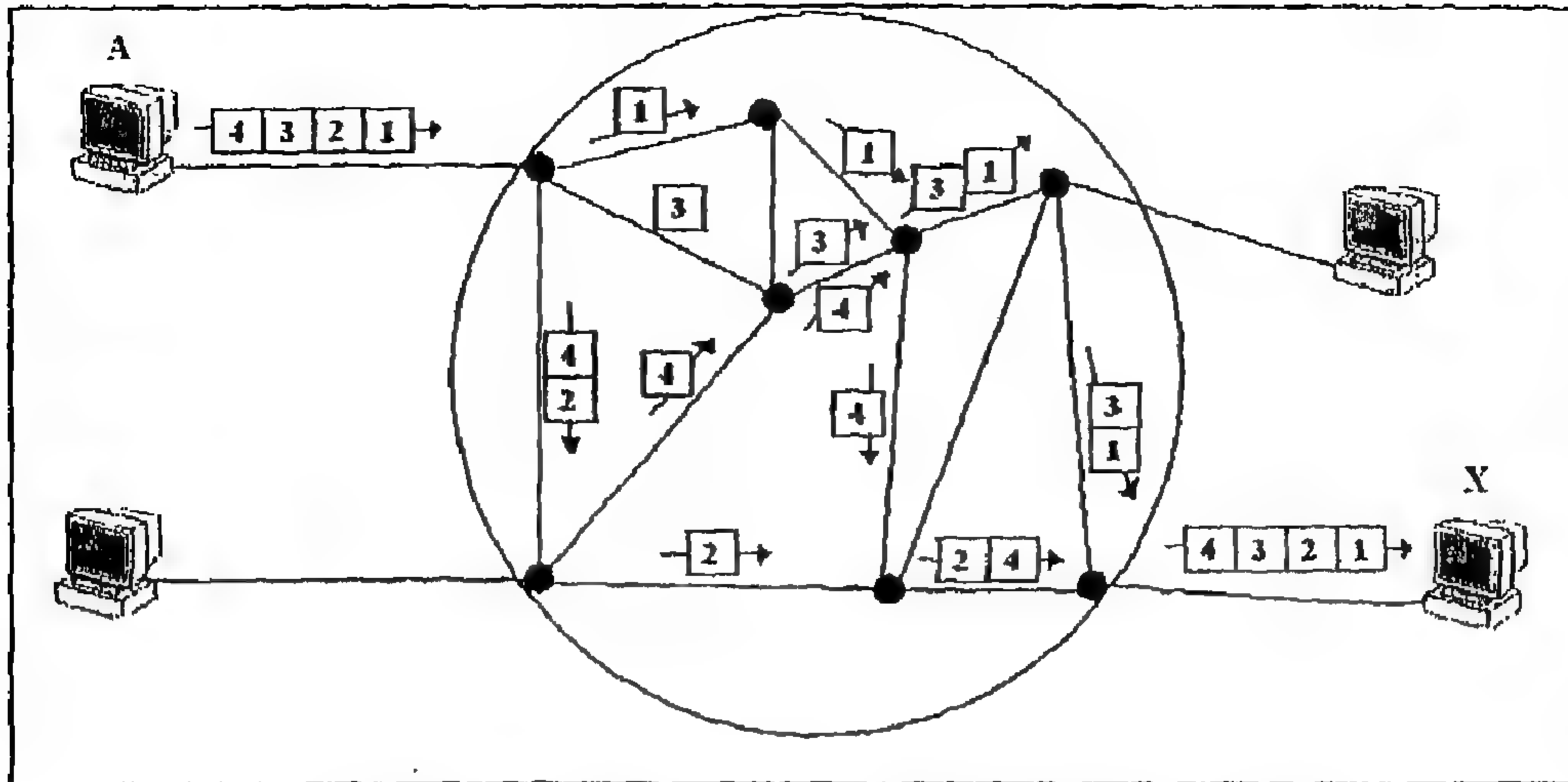
(b) virtual circuit



(a) Datagram Approach

في هذا approach يتم التعامل مع كل packet بصورة مستقلة عن جميع packets الأخرى. يسمى packet في هذا approach ب datagram مثال

الشكل رقم 14 يوضح كيف أنه يمكن استخدام datagram approach في توصيل 4 packets من المحطة A إلى المحطة X



شكل 14 : كيفية استخدام datagram approach في

توصيل 4 packets من المحطة A إلى المحطة X

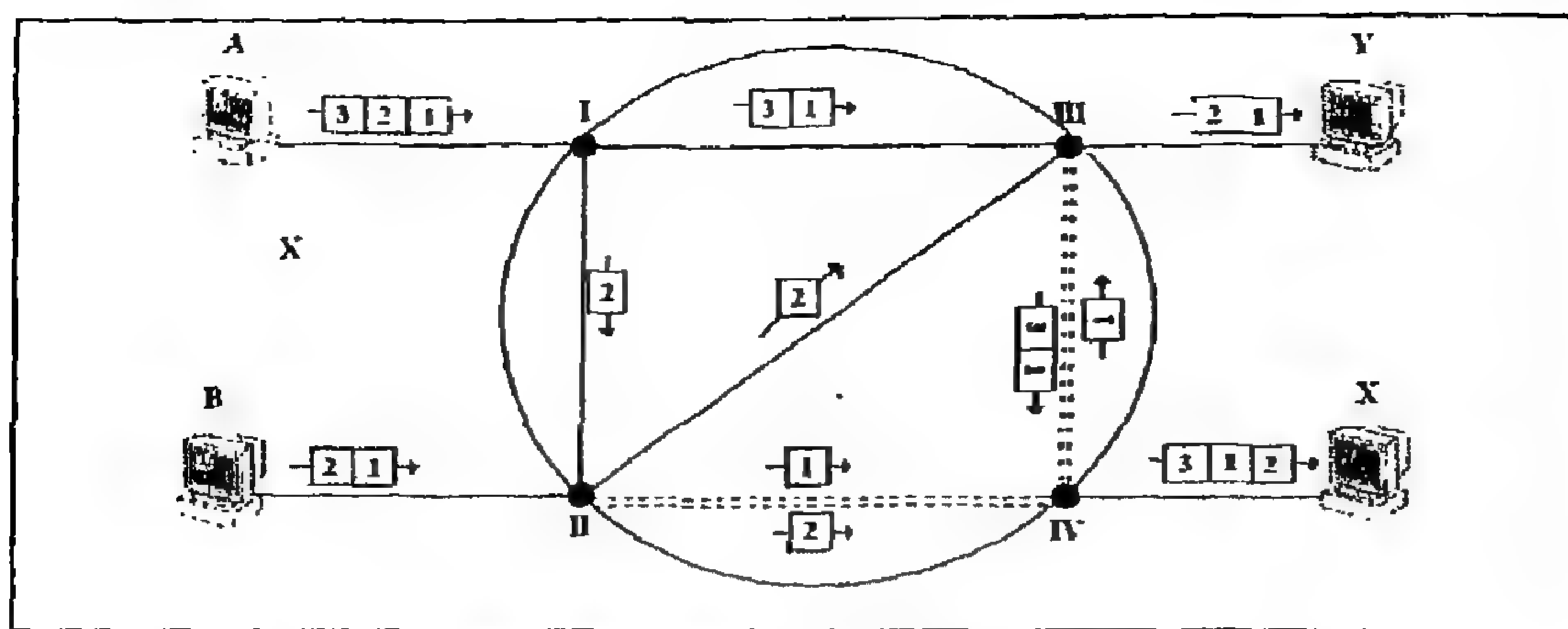
كل 4 packet أو 4 datagram تنتمي إلى نفس الرسالة ولكن ربما تأخذ اتجاهات مختلفة للوصول إلى destination. هذا approach يمكن أن يؤدي إلى وصول أجزاء الرسالة بصورة غير مرتبة إلى destination وفي هذه الحالة تكون مسئولية transport layer (في معظم البروتوكولات) إعادة ترتيب datagram. يمكن أن يحتوي الرابط (link) بين كل نقطتان على multiple channels وكل channel تستطيع حمل datagram إما من أكثر من مصدر أو من مصدر واحد. يمكن تنفيذ عملية

المزج (multiplexing) باستخدام FDM and TDM

الشكل رقم 15 يوضح تعدد القنوات في datagram approach حيث تم إرسال

datagram من الجهازين A and B إلى الجهازين X and Y

بعض المسارات يمكن أن تستخدم قناة واحدة في حين تستخدم المسارات الأخرى أكثر من قناة واحدة وكما هو مبين بالشكل فإن الرابط الأسفل (bottom link) يحمل two packet من مصدرين مختلفين في نفس الاتجاه. الرابط على اليمين يحمل datagrams في اتجاهين مختلفين



شكل 15 : تعدد القنوات في datagram approach

Virtual Circuit Approach (b)

في هذا approach يوجد علاقة بين جميع packets التابعة لرسالة أو محادثة معينة. يتم اختيار single route بين sender and receiver في بداية session. عندما يتم إرسال البيانات فإن جميع packets تنتقل (travel) بصورة متتالية خلال هذا المسار (route)

بصورة عامة يتم تنفيذ Virtual circuit transmission بطريقتين

1. Switched Virtual Circuit (SVC)
2. Permanent Virtual Circuit (PVC)

Switched Virtual Circuit (SVC) (1)

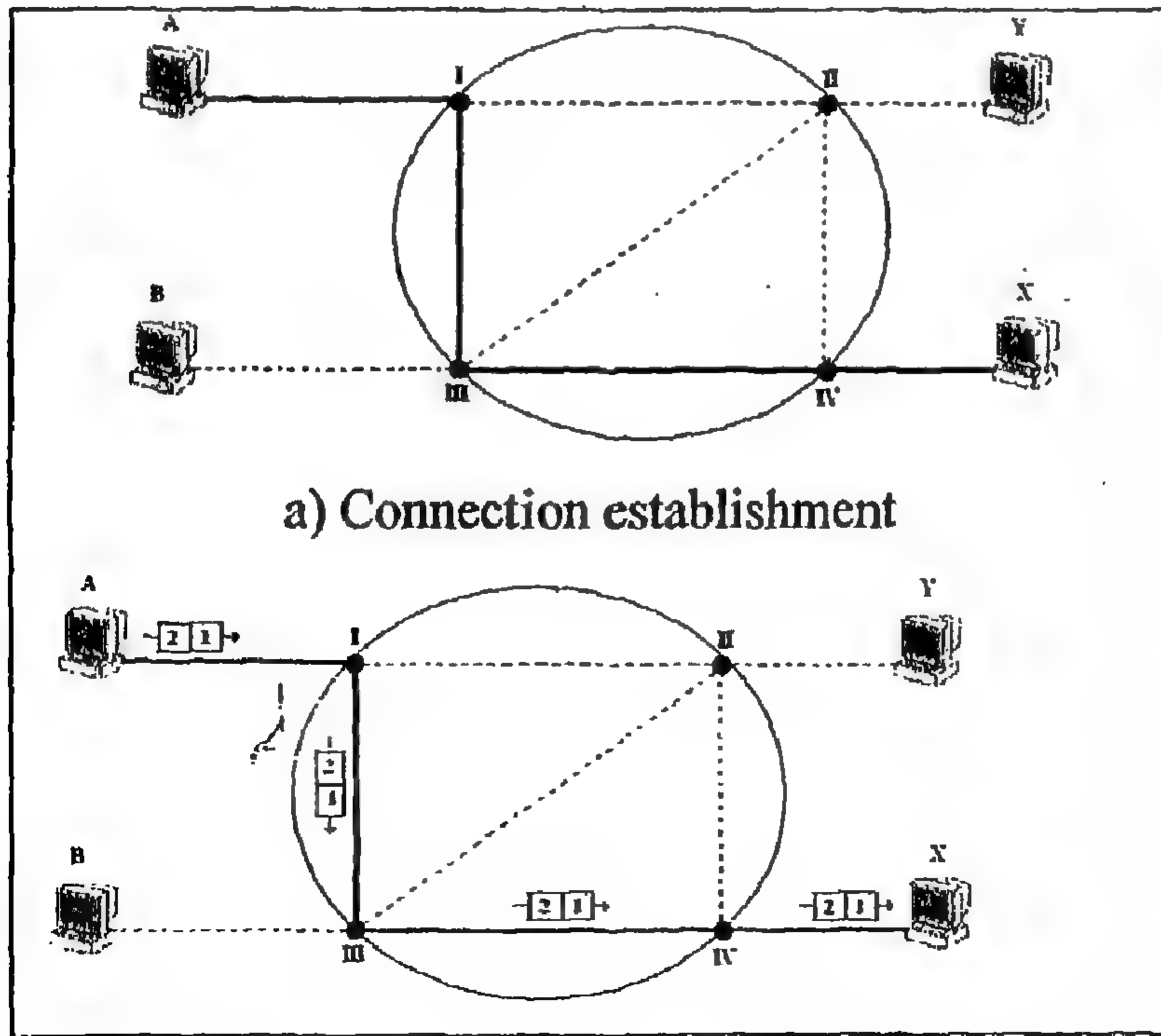
يمكن تشبيه SVC format ب dial-up line في Circuit Switching. في هذه الطريقة يمكن تخليق virtual circuit عندما يكون هناك حاجة إليها وتستمر فقط خلال فترة محددة. فعلى سبيل المثال إذا كانت المحطة A تريد إرسال four packets إلى المحطة X

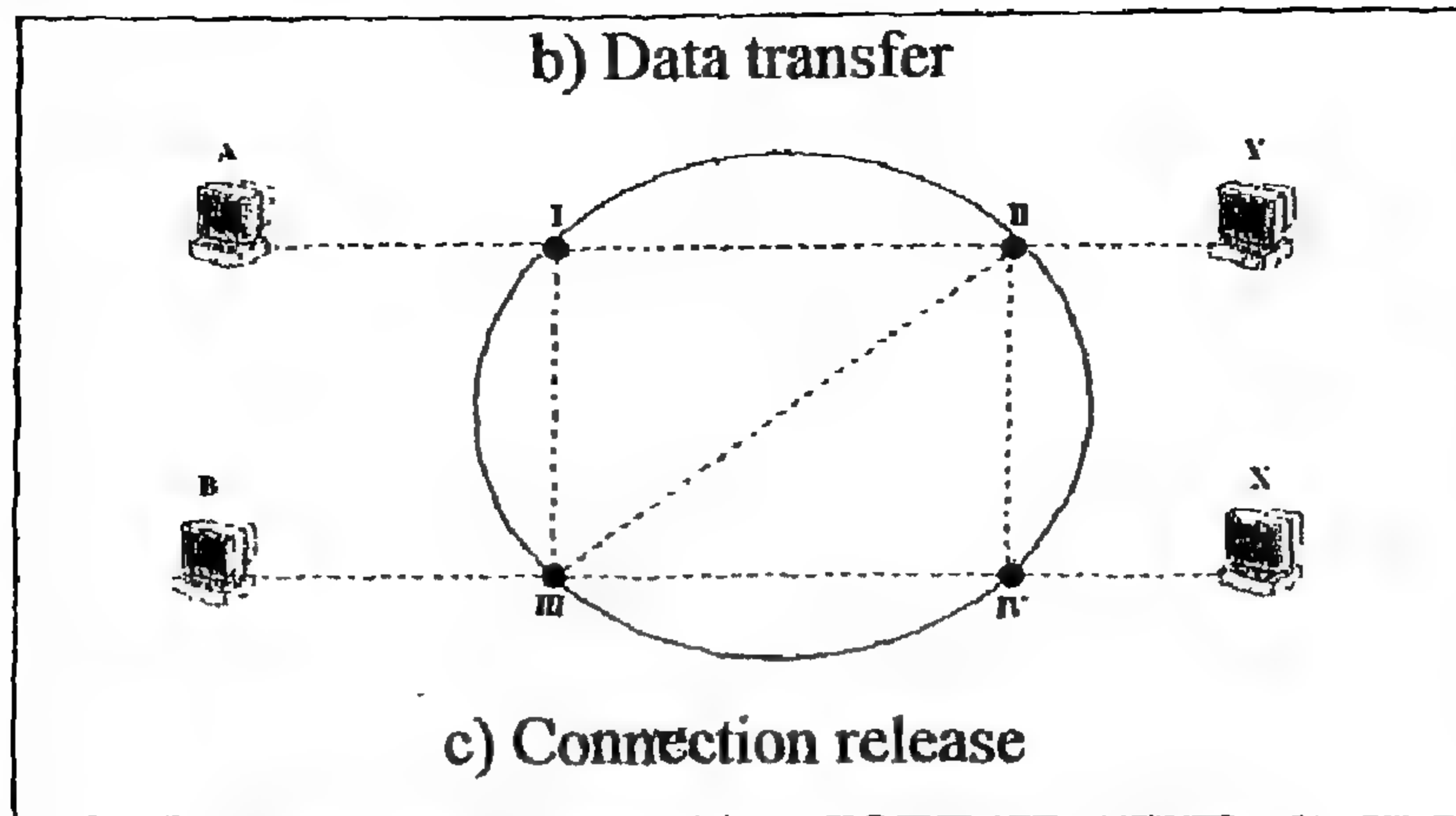
A تطلب إنشاء التوصيل (connection) إلى X. بمجرد إتمام التوصيل فإنه يتم إرسال packets بترتيب متتالي وعندما يتم استقبال آخر packet يتم إلغاء connection (connection is released) وحينئذ فإن virtual circuit تنعدم كما

هو مبين في الشكل رقم 16. يوجد single-route واحد فقط خلال فترة الإرسال. في حالة وجود عطل (failure) أو ازدحام (congestion) فسيتم اختيار مسار تبادلي (alternative route). ربما يكون Route نفس المسار في جميع الأوقات أو ربما يختلف تبعاً لتغير حالات الشبكة

Permanent Virtual Circuit (PVC) (2)

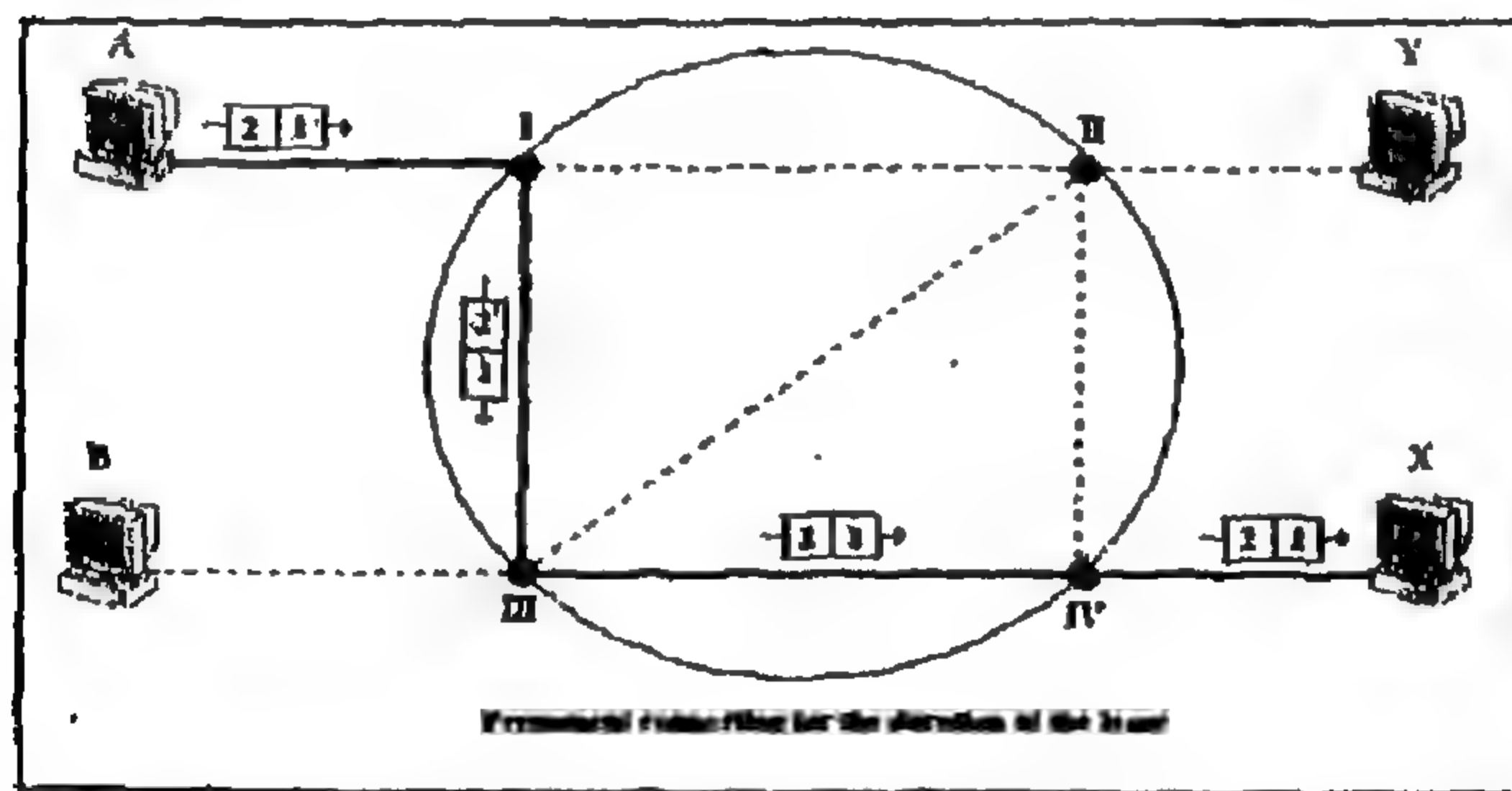
هذه الطريقة يمكن مقارنتها ب leased line في circuit switching. في هذه الطريقة يتم استخدام نفس virtual circuit بين two users بصورة أساسية. يتم حجز circuit لمستخدمين محددين (specified users) وبالتالي لا يمكن لمستخدم آخر من استخدام هذه circuit وحيث أن هذه circuit تعمل دائماً (in place) فانه ليس هناك حاجة إلى إنشاء أو إنهاء التوصيل (connection establishment and connection termination)





شکل 16 Switched virtual circuit (SVC)

في حين أن two SVC users ربما يحصلان على مسار مختلف في كل مرة يطلبان فيه connection فانه في حالة two-PVC users فإنهما يحصلان على نفس المسار (route) كما هو موضح في رقم 17



شکل رقم 17: Permanent virtual circuit (PVC)

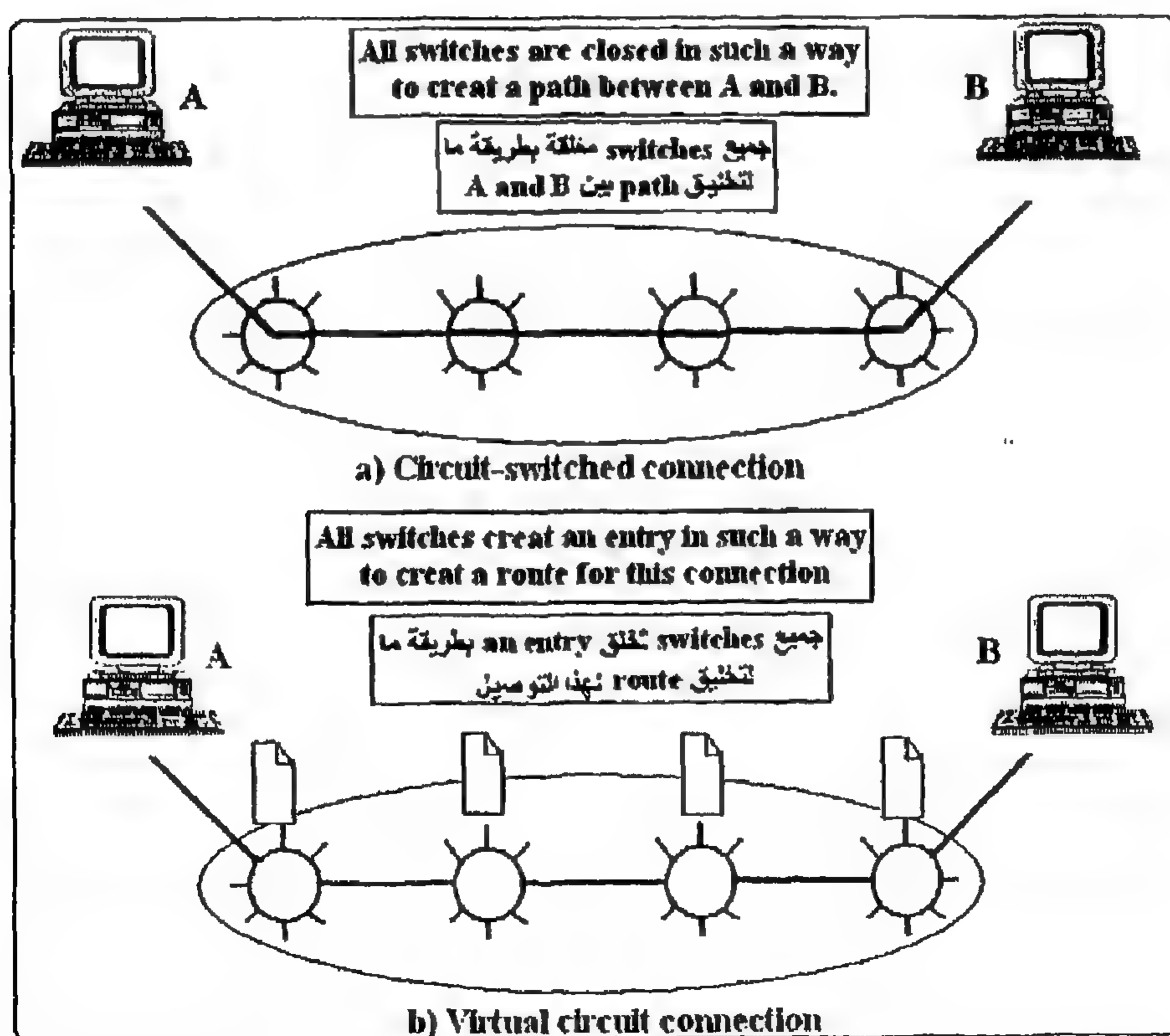
10.3.3 مقارنة بين Circuit-switched connection and Virtual-circuit connection

Circuit-switched connection and Virtual-circuit connection بالرغم من انه يبدو أن متشابهين فانه يوجد بعض الاختلافات :

Path versus route (a)

Physical path. two points path تخلق Circuit-switched connection
 lease dial-up line) dial setting the switch أو فترة lease
 two points route تخلق Virtual-circuit connection . (leased line)
 وهذا يعني أن كل switch يخلق an entry في routing table الخاص به لفترة
 session (SVC) أو فترة lease (PVC) (كما هو موضح في الشكل رقم 18)
 عندما يستقبل packet switch الذي ينتمي إلى virtual circuit فإنه يختبر
 الجدول (for the corresponding entry) ثم يسير (out packet (route
 one of its interface)

الشكل التالي يوضح الفرق بين path and route



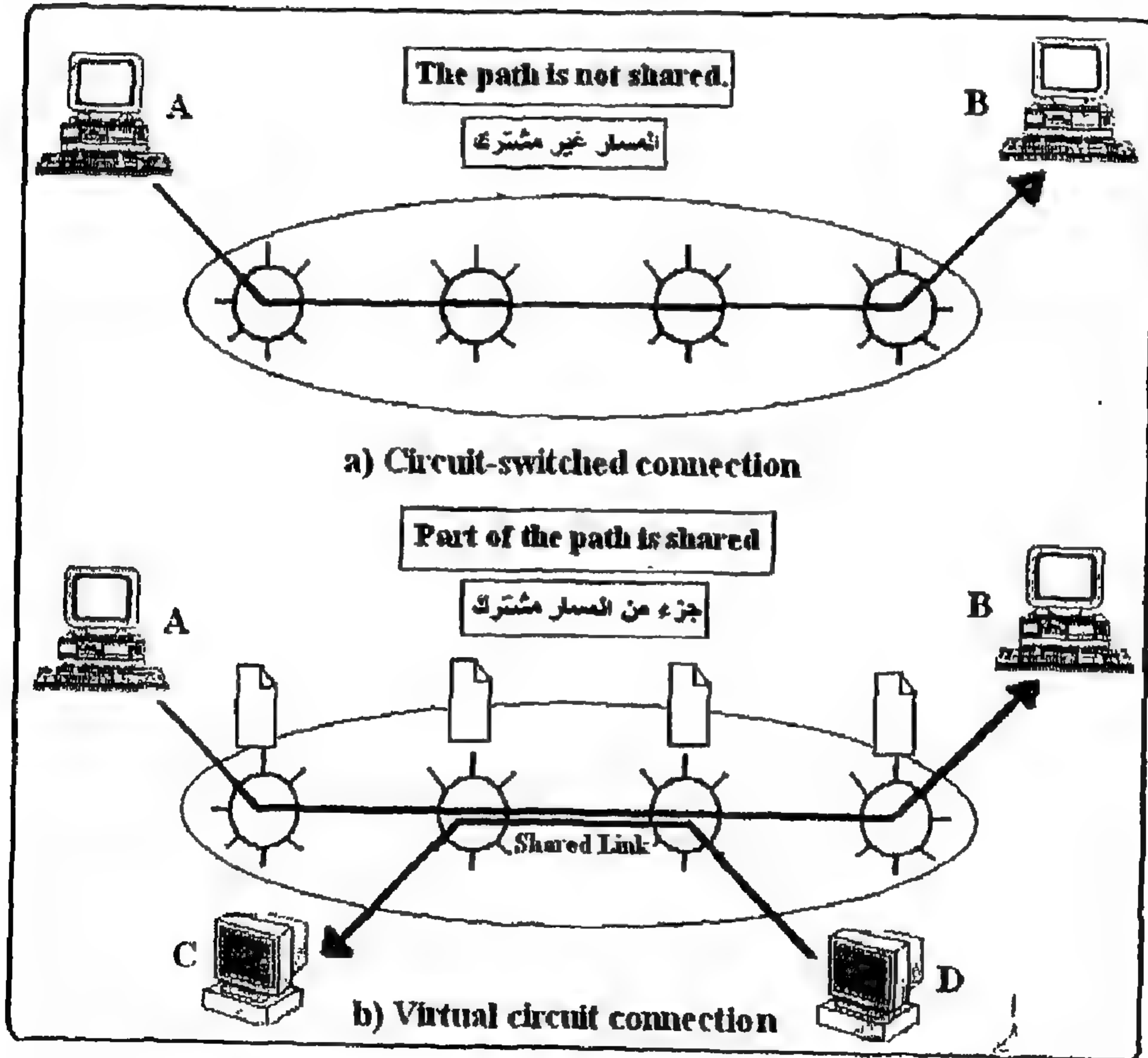
شكل 18 : Path versus route

Dedicated versus sharing (b)

○ في حالة circuit-switching connection : تكون الروابط links التي تصنع path في حالة dedicated (لا يمكن استخدام هذه links بواسطة other connections

○ في حالة virtual circuit connection : يمكن للروابط links التي تصنع route أن تتشارك مع other connections

الشكل رقم 19 يوضح هذا الفارق



شكل 19 : Dedicated versus shared

EXERCISES

- 1) ضع علامة (✓) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارات الغير صحيحة مع تعديل العبارات الغير صحيحة
 - تستخدم Switching networks بدلا من topologies مثل Mesh, tree, and bus وذلك لتقليل البنية التحتية (infrastructure) المطلوبة
 - Hub هي مكونات مادية أو برمجية لديها القدرة على إنشاء توصيلات مؤقتة بين جهازين أو أكثر حيث تكون الأجهزة مترابطة ببعضها من خلال switches وليس ارتباط مباشر
 - Circuit switch هو جهاز له عدد (n) من المدخلات وعدد (m) من المخرجات ويستخدم لأجراء توصيل مؤقت بين الجهاز المتصل بأحد أطراف الدخل بالجهاز المتصل بأحد أطراف الخرج
 - n-by-n folded switch تستخدم n من الروابط في full-duplex mode
 - باستخدام packet switching يمكن توصيل عدد n من التليفونات بطريقة معينة بحيث أن كل جهاز يمكنه الاتصال بجميع الأجهزة الأخرى
 - صممت تقنية space-division switching أساسا للاستخدام مع الشبكات المتصلة (analog networks) ولكنها حديثا أصبحت تستخدم مع الشبكات المنطقية (digital networks)
 - يستخدم crossbar switches لربط عدد (n) من أطراف الدخل مع عدد (m) من أطراف الخرج في شبكة (grid) باستخدام المحول الإلكتروني (الترانزستور) an electronic switch في كل تقاطع (cross-point)
 - من أهم عيوب multistage switches هو تعدد التقاطعات.

- فكرة عمل المكون الداخلي (transistor electronic switch) في crossbar switch تتلخص في أنه في عدم وجود نبضة (جهد عالي) على قاعدة (base) للترانزستور فسيكون في الحالة (off-state) وبالتالي يكون تيار الخرج (collector current) يساوي صفر أي يكون switch غير موصل والعكس عندما يتم إدخال نبضة على قاعدة الترانزستور والتي تجعل الترانزستور في حالة تشبع (saturation state) أي يكون في حالة توصيل
- لحل معوقات استخدام multistage switch يستخدم crossbar switch حيث أنه يتم تجميع عدد من crossbar switch في مراحل متعددة
- في حالة استخدام multistage switch تكون الأجهزة مترابطة بواسطة switches وتكون هذه switches مرتبطة داخليا switches أخرى
- بصفة عامة تكون في حالة استخدام multistage switch تحتوي المراحل المتوسطة على أكبر عدد من switches مقارنة بالمرحلة الأولى والأخيرة
- Multi path هو أحد مزايا استخدام crossbar switch حيث يكون هناك تعدد الخيارات في اختيار المسار المستخدم لربط جهازين
- Blocking تعني أنه في بعض الأحيان لا يمكن ربط أحد الأجهزة الموجودة في دخل multistage switch بأحد الأجهزة الموجودة في خرج multistage switch
- تحدث ظاهرة Blocking عندما يحدث زيادة (تعدد) في طرق المرور (traffic) داخل multistage switch حيث أنه يمكن أن تكون أحد المسارات مشغولة بربط أجهزة أخرى
- أحد المشاكل الناجمة عن حدوث ظاهرة Blocking هو أنه عندما يتصل شخص بآخر تليفونيا يجد أن الخط مشغول ليس لأن الشخص الآخر يستعمل التليفون ولكن لعدم وجود مسار يستطيع استخدامه للاتصال بالشخص الآخر

- لا يمكن أن تحدث ظاهرة Blocking في حالة استخدام multistage switch وذلك لوجود مسار واحد فقط لربط كل جهازين
- Time-division switches تستخدم تقنية (Frequency-Division FDM Switching Multiplexing) لعمل Switching
- Packet switching تصمم للاستخدام في الاتصالات التليفونية
- Circuit switching صممت خصيصا للاتصالات الصوتية (Voice communications) حيث انه بمجرد إنشاء circuit فإنها تستمر متصلة طوال فترة المحادثة
- Circuit switching أقل ملائمة للاتصالات الخاصة بنقل data (data communication) وذلك في data communication يتم إرسال إطارات البيانات بينها فترات وهذه الفترات يكون الاتصال فيها خامل وبالتالي يكون هناك عدم استغلال لبعض التسهيلات والإمكانات
- من أحد القصور المتعلقة باستخدام Circuit switching في data communication هو سرعة إرسال البيانات حيث أنه في circuit switching يوجد هناك ربط بين جهازين مع فرض تساوي data rate لهما وهذا يؤدي إلى عدم وجود سماحية للعمل مع data rates متغيرة لأجهزة الاتصال الرقمية المستخدمة
- Packet switching غير مرن (inflexible) حيث أنه بمجرد إنشاء circuit فإن هذا circuit يكون المسار المستخدم بواسطة جميع أجزاء الإرسال (all parts of the transmission)
- في circuit switching يتم تقسيم data إلى وحدات منفصلة طولها متغير (variable length) تسمى packet ويحدد أقل طول length for packet بواسطة الشبكة

- في packet switching : كل packet لا يحتوي فقط على data ولكن يحتوي على header يحتوي على معلومات تحكم (control information) مثل priority codes and addresses of source and destination
- يتم إرسال packet عبر نقاط الشبكة وعند كل node يتم تخزين packet ثم تسيره (routing) تبعاً للمعلومات الموجودة في header
- في حالة استخدام datagram approach يتم التعامل مع كل packet بصورة مستقلة عن جميع packets الأخرى.
- في virtual circuit approach يمكن أن يؤدي إلى وصول أجزاء الرسالة بصورة غير مرتبة إلى destination وفي هذه الحالة تكون مسئولية transport layer (في معظم البروتوكولات) إعادة ترتيب datagram
- يمكن أن يحتوي الرابط (link) بين كل نقطتين على multiple channels وكل channel تستطيع حمل datagram إما من أكثر من مصدر أو من مصدر واحد
- في حالة datagram approach يمكن تنفيذ عملية المزج (multiplexing) باستخدام FDM and فقط
- في datagram approach يوجد علاقة بين جميع packets التابعة لرسالة أو محادثة معينة
- يتم اختيار single route بين sender and receiver في بداية session
- عندما يتم إرسال البيانات فإن جميع packets تنتقل (travel) بصورة متتالية خلال هذا المسار (route)
- (2) اشرح بالرسم من إعطاء مثال مناسب
- Switched Virtual Circuit (SVC)
- Permanent Virtual Circuit (PVC)
- (3) اذكر عيوب circuit switching

(4) صمم three-stage multistage switch يحتوي على ثلاث مراحل: المرحلة الأولى والأخيرة تحتوي كل منهما على three crossbar switches والمرحلة الأخيرة تحتوي على two crossbar switches وذلك لاستخدامه في ربط 15 جهاز ب 15 جهاز آخر وذلك من خلال حساب التالي :

- عدد أطراف الدخل والخرج لكل crossbar switch في كل مرحلة
- إجمالي عدد التقاطعات في كل مرحلة
- إجمالي عدد التقاطعات في التصميم المقترح
- قارن بين إجمالي عدد التقاطعات الحادثة في هذا التصميم وعدد التقاطعات الحادثة حين استخدام single-stage crossbar switch

(5) اشرح كيفية عمل TSI

(6) تخير الإجابة الصحيحة للعبارات التالية

(a) من قصور Circuit Switching

- لا تستخدم في الاتصالات غير التليفونية
- تفترض أن سرعة البيانات للأجهزة التي يتم ربطها متساوية وهذا الفرض يحد من المرونة (flexibility) والفائدة (usefulness) في حالة الشبكات التي تربط بين نوعيات من الأجهزة متعددة السرعات
- الاثنان معا
- لا شيء

(b) يمكننا circuit switching لتحقيق :

- تقليل أطوال الروابط عدد الروابط
- تقليل عدد الروابط وعدد الأجهزة المادية
- تقليل عدد الأجهزة المادية
- لا شيء مما سبق

(c) من تقنيات Circuit switching :

Space Division Switching ○

Datagram ○

virtual circuit ○

All ○

None ○

(d) من تقنيات Packet switching :

Space Division Switching ○

Time Division Switching ○

Datagram ○

All ○

None ○

(e) إذا كانت عدد أطراف الدخل $m=1000$ وكانت عدد أطراف الخرج $n=1000$

فان عدد التقاطعات الموجودة باستخدام crossbar switch هي

1000000 ○

1000 ○

100000 ○

none ○

(f) يعتمد تصميم multistage switch على

○ عدد المراحل الداخلية

○ عدد switches في كل مرحلة

○ الاثنين معا

○ لا شيء مما سبق

(g) Time-division switches يستخدم أحد الطرق التالية :

Time-Slot Interchanging ○

Datagram ☐

virtual circuit ☐

all ☐

none ☐

Time-division switches يستخدم أحد الطرق التالية :

Time-Slot Interchanging ☐

Datagram ☐

virtual circuit ☐

all ☐

none ☐

Time-division switches يستخدم أحد الطرق التالية :

TDM Bus ☐

Datagram ☐

virtual circuit ☐

all ☐

none ☐

بصورة عامة يتم تنفيذ Virtual circuit transmission بـ

Switched Virtual Circuit (SVC) ☐

Permanent Virtual Circuit (PVC) ☐

Both ☐

none ☐

الفصل الحادي عشر
الأجهزة المادية لربط الشبكات
وربط الأجهزة داخل الشبكة
NETWORKING AND
INTERNETWORKING DEVICES

11.1 مقدمة

كلمة Network تعني اتصال جهازين أو أكثر لتبادل المعلومات فيما بينها. يمكن ربط هذه الأجهزة بواسطة كابلات كما هو الحال في Bus, Mesh, and Ring ويمكن ربطها بواسطة Hubs كما هو الحال في Tree and Star. شبكة LAN تغطي مساحة محدودة ولتغطي مساحات كبيرة مع تحقيق الكفاءة المطلوبة يمكن استخدام Repeater(regenerator). إذا كان هناك عدد كبير من المحطات أو الأجهزة داخل

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

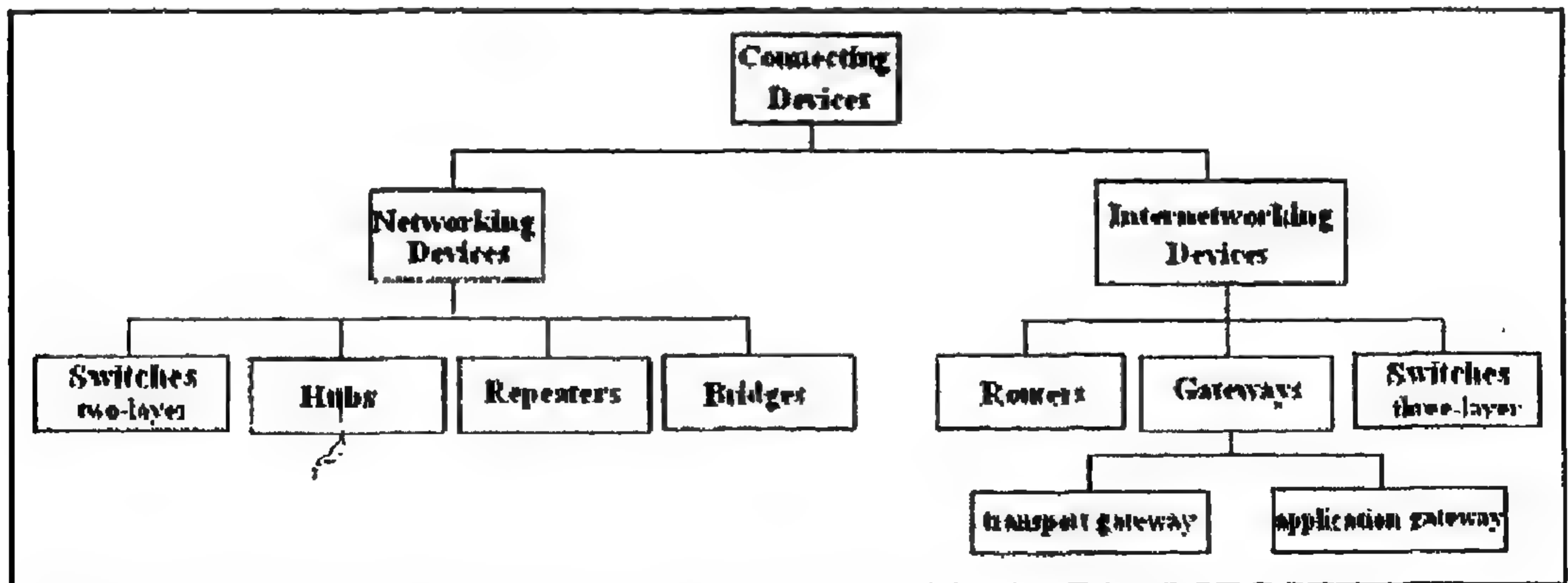
الشبكة فيجب أن تقسم الشبكة إلى مجموعة من الأقسام (segments) التي يتم ربطها بواسطة أجهزة تسمى Bridges حيث يكون هناك إدارة لمرور الرسائل (Traffic control) بين هذه الأقسام . يمكن استخدام Switches في الربط المباشر بين أجهزة الشبكة الواحدة لتحقيق إدارة المرور بين هذه الأجهزة

Internet or Internet تعني ربط أكثر من شبكة لتبادل المعلومات أو المصادر فيما بينها. . لربط عدة شبكات LANs لتكوين Internet يتطلب لذلك أجهزة ربط إضافية تسمى (three layers) Routers or Gateways or Switches.

مما سبق يتضح لنا أن أجهزة التشبيك قسمان: القسم الأول يستخدم لربط الأجهزة داخل الشبكة الواحدة مثل : Hubs, Repeaters , Bridges (two layers) and switches والقسم الثاني يستخدم لربط الشبكات مثل Switches (three layers), Gateways and Routers .

تسمى أجهزة القسم الأول networking devices وتسمى أجهزة القسم الثاني internetworking devices .

الشكل رقم 1 يوضح أجهزة الربط داخل الشبكة الواحدة (networking devices) وأجهزة ربط الشبكات (internetworking devices)



شكل 1: أجهزة الربط داخل الشبكة الواحدة (networking devices) وأجهزة ربط الشبكات (internetworking devices)

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

كل جهاز من أجهزة الربط السابقة يرتبط مع البروتوكولات المستخدمة عند كل طبقة من طبقات OSI.

○ **Hubs and Repeaters** يرتبط بالأجزاء المادية للإشارة وبالتالي يرتبط بالطبقة

المادية Physical layer

○ **Bridges and 2-layer Switches** يستخدم بروتوكولات العنوان

(addressing protocols) والتي تتعلق بعمليات التحكم في التدفق (Flow

control) داخل شبكة LAN وبالتالي فهي ترتبط بطبقة الربط (Data link

layer)

○ **Routers and 3-layer switch** يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم

نفس البروتوكول وبالتالي يرتبط ب طبقة الشبكات (Network layer).

○ **Transport Gateways** يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم

بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (connection-oriented

protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة النقل Transport layer.

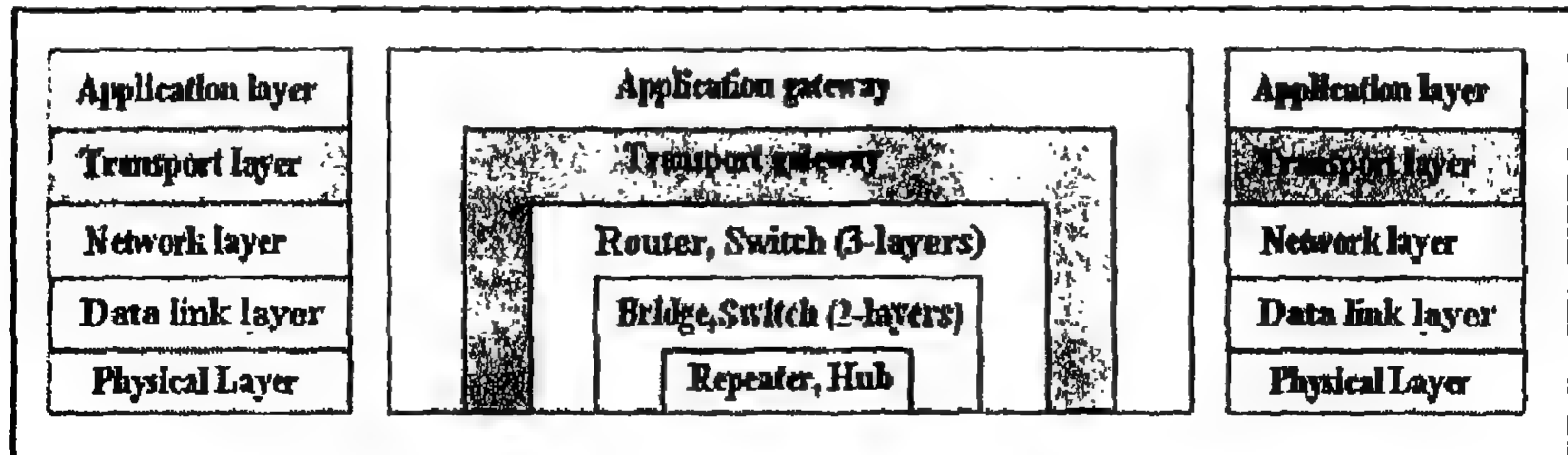
○ **Application Gateways** يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم

بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (application-oriented

protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة التطبيق Application layer.

الشكل رقم 2 يوضح ارتباط كل جهاز من أجهزة الربط بطبقة من طبقات نموذج OSI .

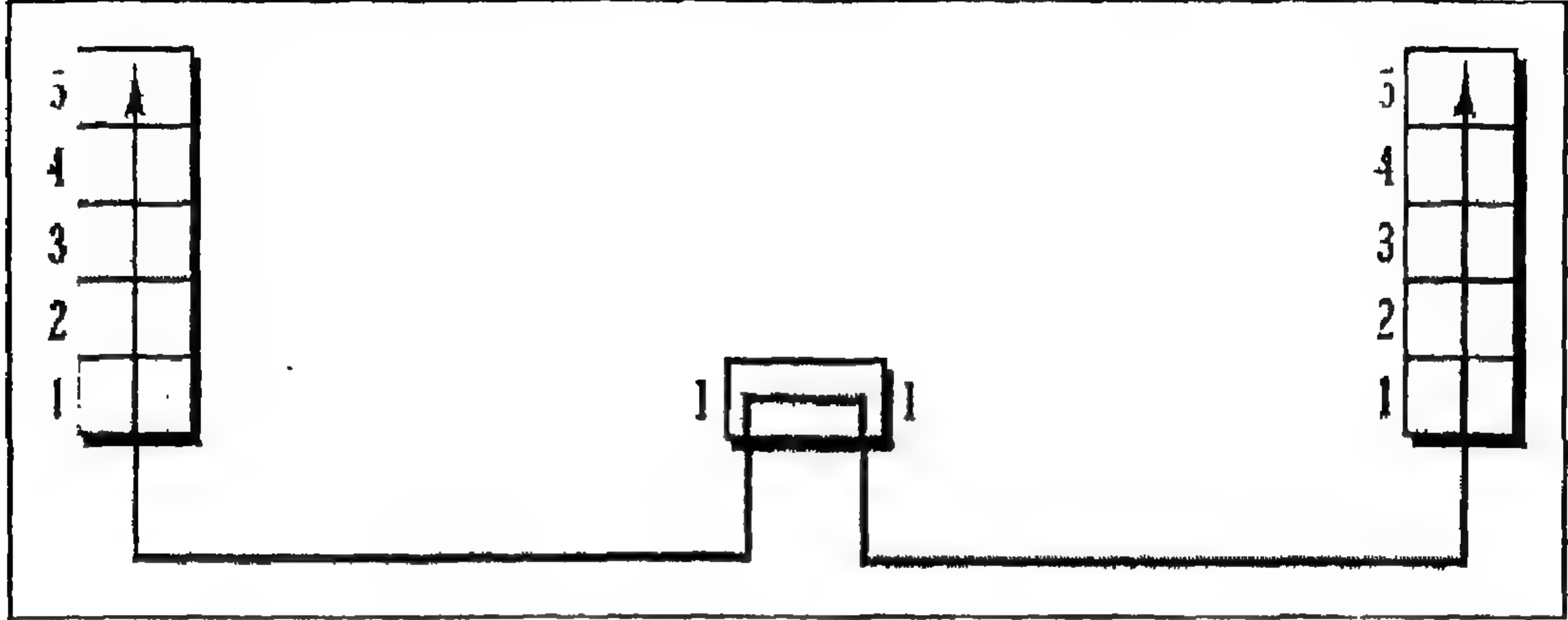
في الجزء التالي سنقوم بشرح هذه الأجهزة



شكل 2 : ارتباط كل جهاز من أجهزة الربط بطبقة من طبقات نموذج OSI

11.2 المعيد / المجدد (REPEATERS (REGENERATORS)

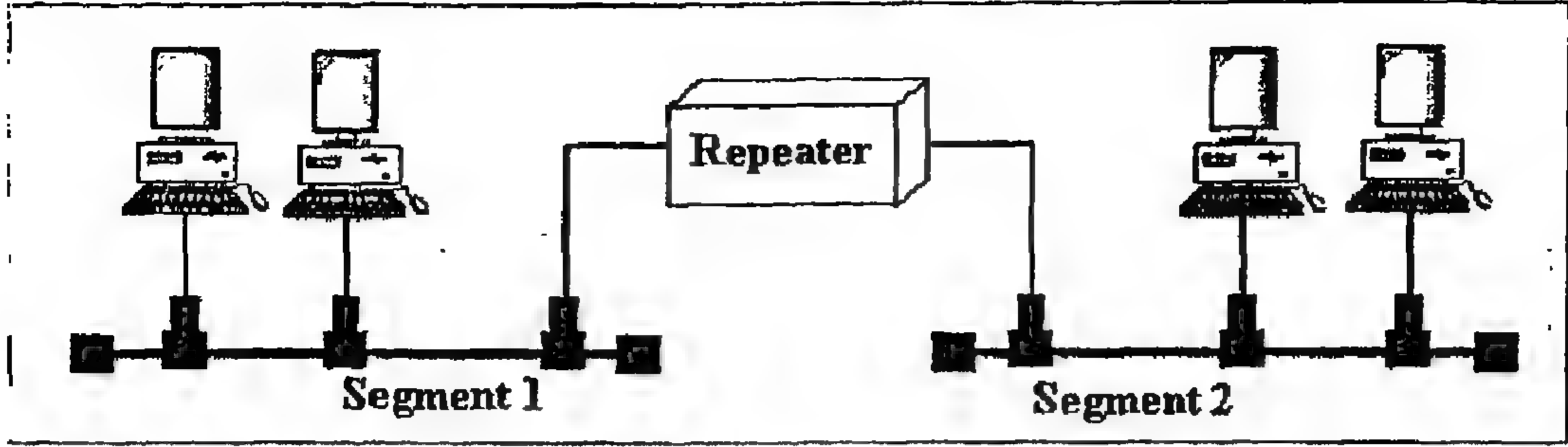
يستخدم Repeater كجهاز إلكتروني للعمل من خلال الطبقة المادية Physical layer . الشكل رقم 3 يوضح عمل repeater من خلال الطبقة المادية



شكل 3 : عمل repeater من خلال الطبقة المادية

الإشارات تنتقل خلال الشبكة الواحدة عبر الكابلات خلال مسافات محددة قبل حدوث توهين للإشارة (attenuation) . يوضع repeater عند مسافة محددة على الرابط لاستقبال الإشارات قبل توهينها التام أو تغيير قيمتها الأصلية حيث أنه يقوم بإعادة تهيئة هذه الإشارة لتكون مثل الإشارة الأصلية (original bit pattern) أي يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من الإشارة الأصلية وإعادة إرسال الإشارة مرة أخرى خلال الكابلات وبالتالي فإن repeater يمكننا من زيادة طول الشبكة أو زيادة المساحة التي يمكن أن تغطيها

الشكل رقم 4 يوضح أنه باستخدام repeater يستطيع الجهاز الموجود في القسم الثاني (segment 2) استلام نسخة طبق الأصل من الرسالة الأصلية المرسلة من الجهاز الموجود في القسم الأول (segment 1)



شكل 4: استخدام repeater في إعادة تهيئة الرسالة

القادمة من القسم 1 ونقلها إلى القسم 2

يقوم Repeater باستقبال الإشارات وتهيئتها (بنفس الصورة الأصلية) ثم إعادة إرسالها مرة أخرى وبالتالي يمكن إجراء الاتصالات خلال مساحات واسعة والتغلب على مشاكل الوهن الحادثة في قنوات الاتصال. كل من القسمين (two segments) المتصلتين بواسطة repeater لهما نفس خاصية الشبكة الواحدة. فعلى سبيل المثال لا يقوم repeater بتحويل حزم Ethernet إلى حزم token-ring ولا استخدام Repeater يجب أن يتصل طرفاه بجهازين لهما نفس خاصية الدخول على الشبكة (Access method).

يستخدم repeater لأجراء التالي : (1) توصيل قسمان من الأجهزة يعملان على كابلات متشابهة أو مختلفة. (2) إعادة تشكيل الإشارات وذلك لإرسالها إلى مسافات بعيدة

الفرق بين Amplifier and Repeater

Amplifier لا يستطيع الفصل أو التمييز بين الإشارة الأصلية والضوضاء حيث أنه يقوم بتكبير الاثنين معا بنفس نسبة التكبير أما Repeater لا يكبر الإشارة ولكن يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من الإشارة الأصلية (Repeater is a regenerator but not amplifier)

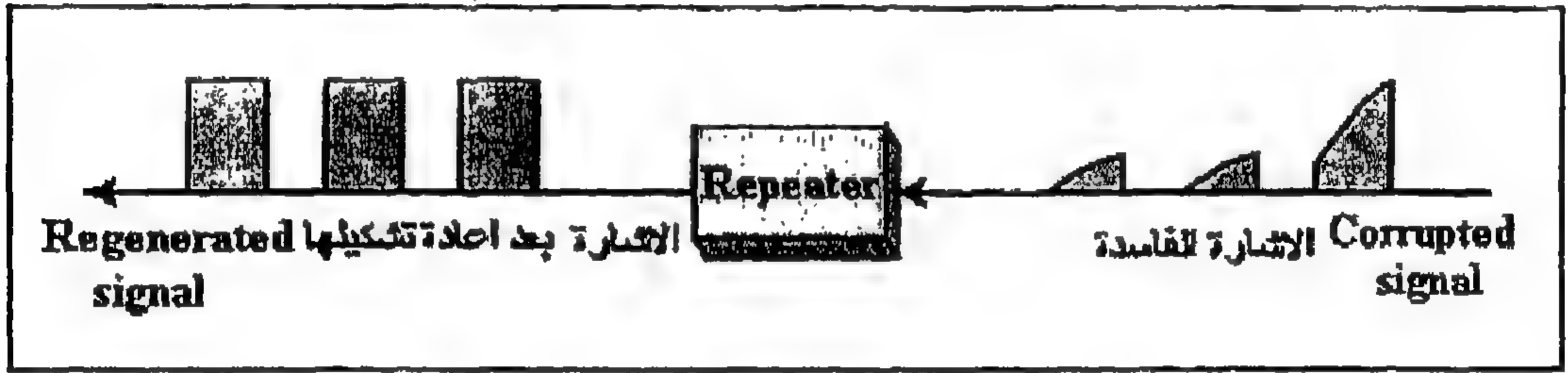
Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

عندما يستلم repeater إشارة ضعيفة أو Corrupted فإنه يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من بيانات الإشارة الأصلية (original bits) وينفس شدة البيانات الأصلية

مكان وضع Repeaters

يجب أن يحدد بدقة وضع repeater على الرابط حيث أنه يجب أن يوضع في مكان تصل إليه الإشارة بدون أن تتغير ملامحها أو شدتها بالكامل نتيجة الوهن (attenuation) أو الضوضاء (noise) أي بدون أن تتغير قيم البيانات الأصلية (original data)

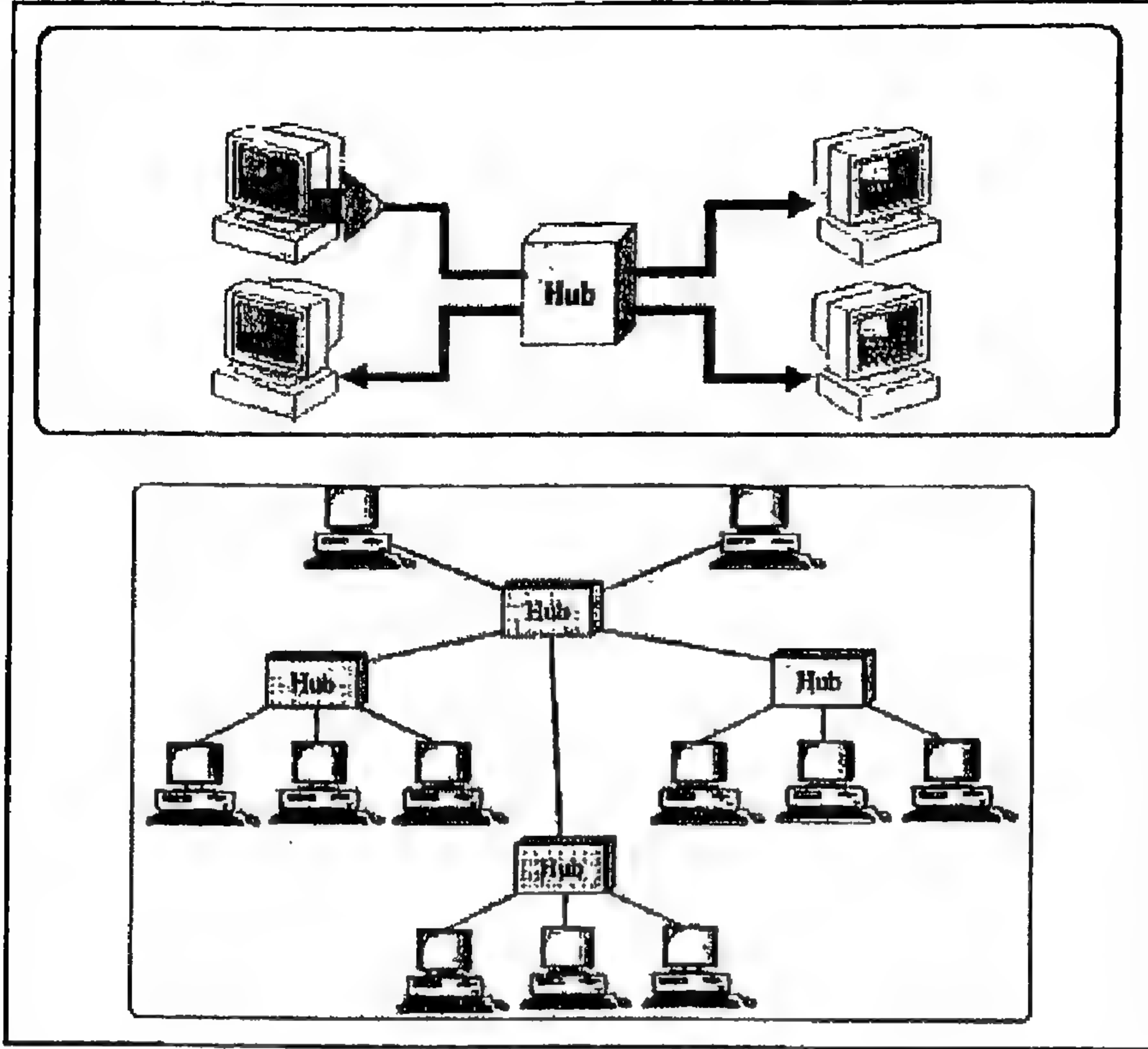
الشكل رقم 5 يوضح عملية إعادة تشكيل الإشارة التي حدث لها إفساد (corruption) أو توهن (attenuation) بواسطة استخدام Repeater



شكل 5: عملية إعادة تشكيل الإشارة التي حدث لها إفساد أو توهن

HUB (11.3)

يستخدم Hub كجهاز ربط للأجهزة داخل الشبكة الواحدة حيث أنه يعمل من خلال الطبقة المادية Physical layer. الهدف الرئيسي من Hub هو تجميع الإشارات من كل جهاز متصل به ثم يعيد نشر هذه الإشارات مرة ثانية إلى جميع الأجهزة. الشكل رقم 6 يوضح استخدام Hub لربط الأجهزة في هياكل Star and Tree



شكل رقم 6 يوضح استخدام Hub لربط الأجهزة في هياكل Star and Tree

أنواع Hub

يوجد نوعان من Hub هما

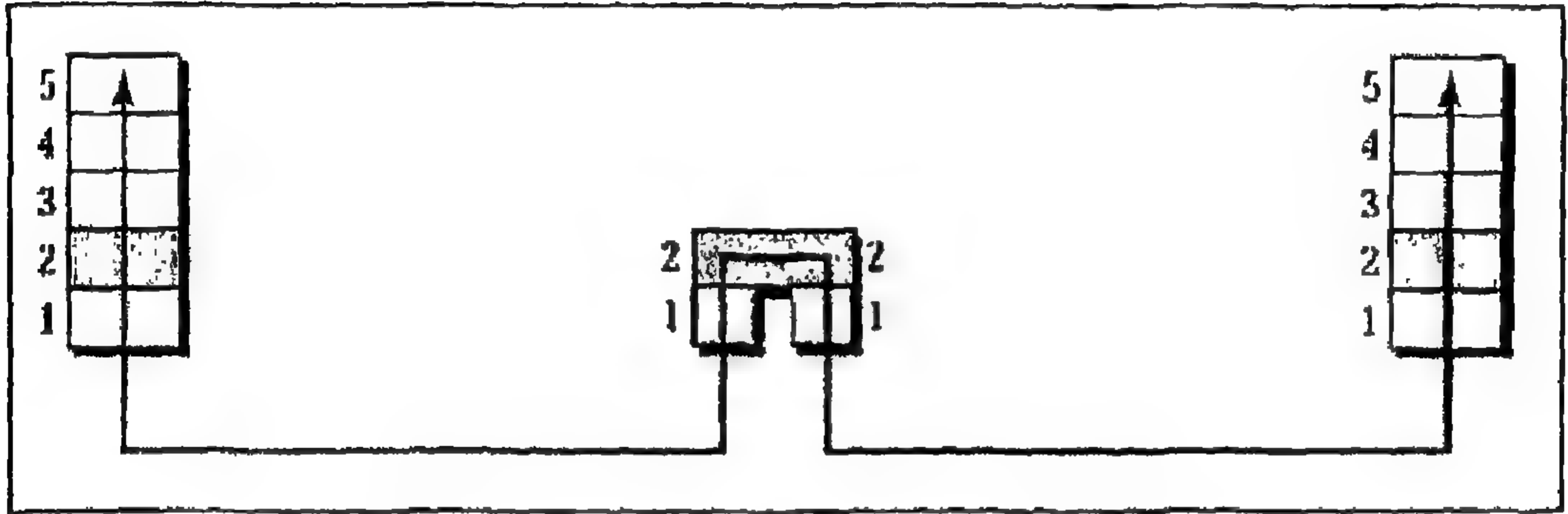
- Passive Hub يقوم بتوجيه الإشارات بدون إجراء أي معالجات. يسمى هذا النوع أحيانا بلوحة التوزيع (wiring panel)
- Active Hub يقوم بمعالجة الإشارات وإعادة إرسالها. يسمى هذا النوع أحيانا باسم المعيد المتعدد المرفأ (multi-port repeater)

خصائص HUB

- يتميز Hub بالخصائص التالية : (1) سهولة تغيير وتعديل و توسعة نظم شبكة الأسلاك
- (2) استخدام مخارج مختلفة لاستيعاب تشكيلة مختلفة من أنواع الكابلات . (3) إمكانية المتابعة المركزية لنشاط الشبكة و المرور.

BRIDGES (11.4)

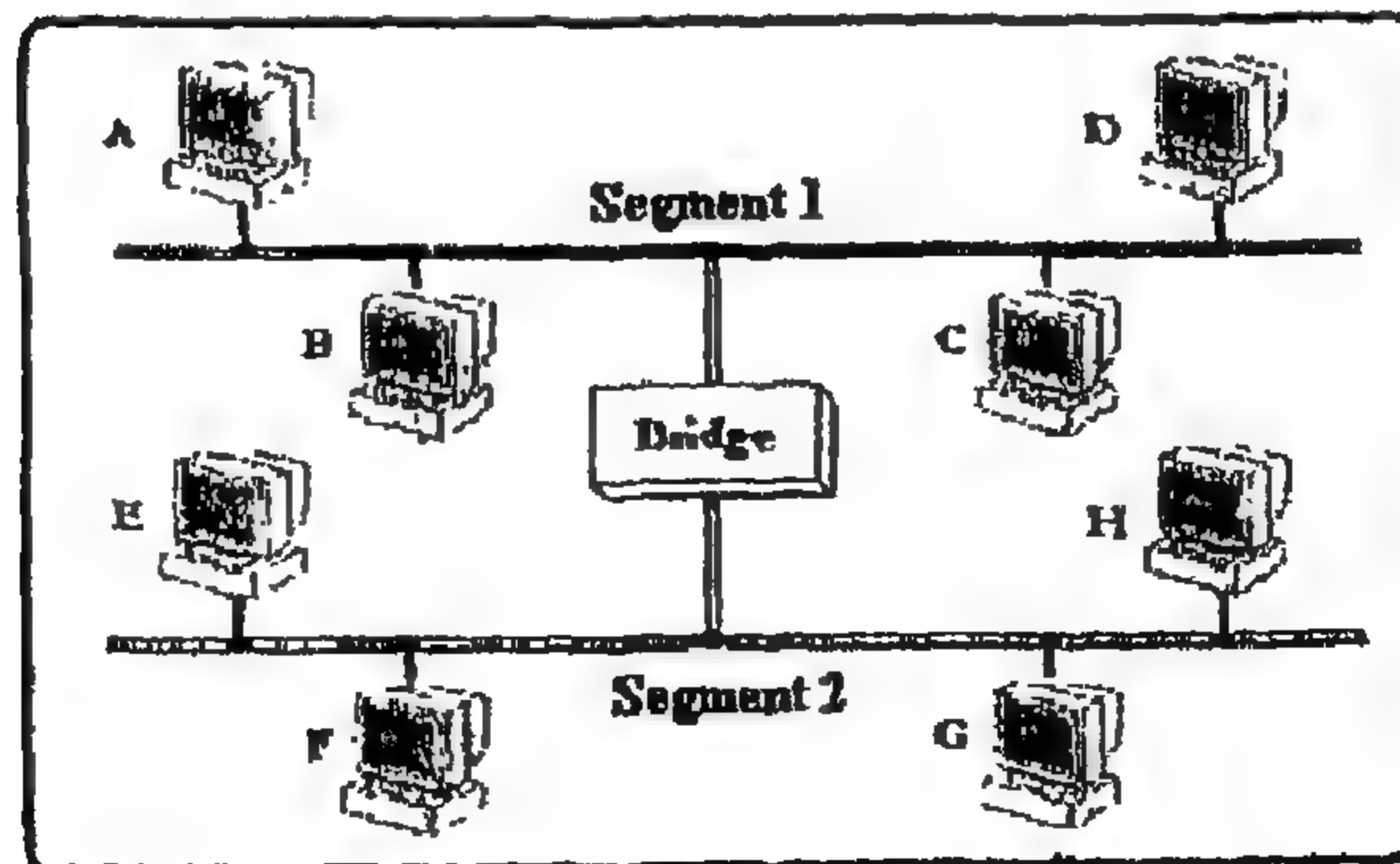
يعمل Bridge من خلال الطبقة المادية (Physical layer) وطبقة الربط (data link layer) . الشكل رقم 7 يوضح عمل Bridge من خلال الطبقة المادية (physical layer) وطبقة الربط (data link layer)



شكل 7 : عمل Bridge من خلال الطبقة المادية

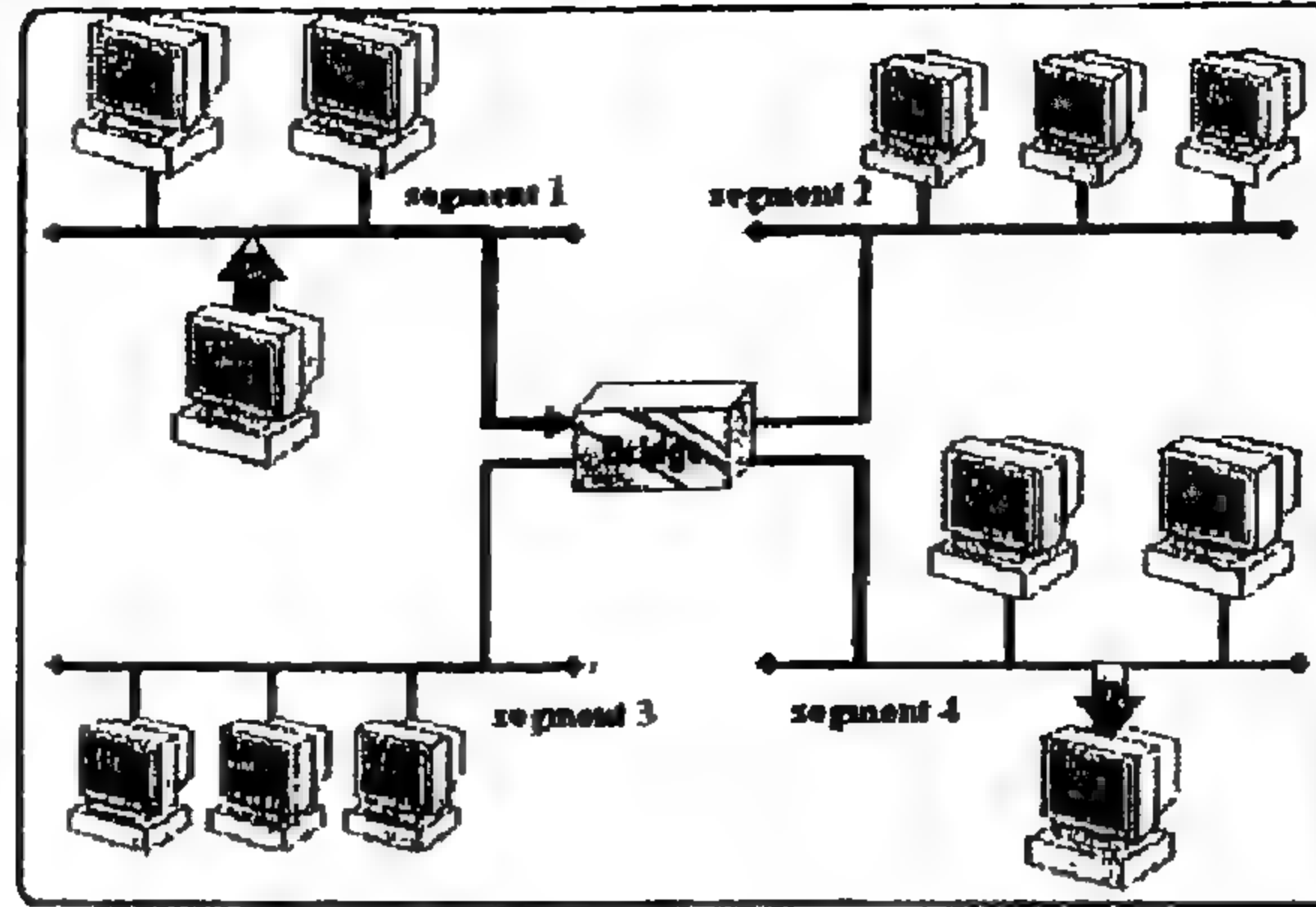
(Physical layer) وطبقة الربط (data link layer)

يستخدم Bridge في تقسيم الشبكة الكبيرة إلى أقسام صغيرة (small segments) وذلك لتقليل المسارات داخل الشبكة (شكل رقم 8 وشكل رقم 9). كما يمكن استخدامه في ربط عدة شبكات محلية LANs (شكل رقم 10)

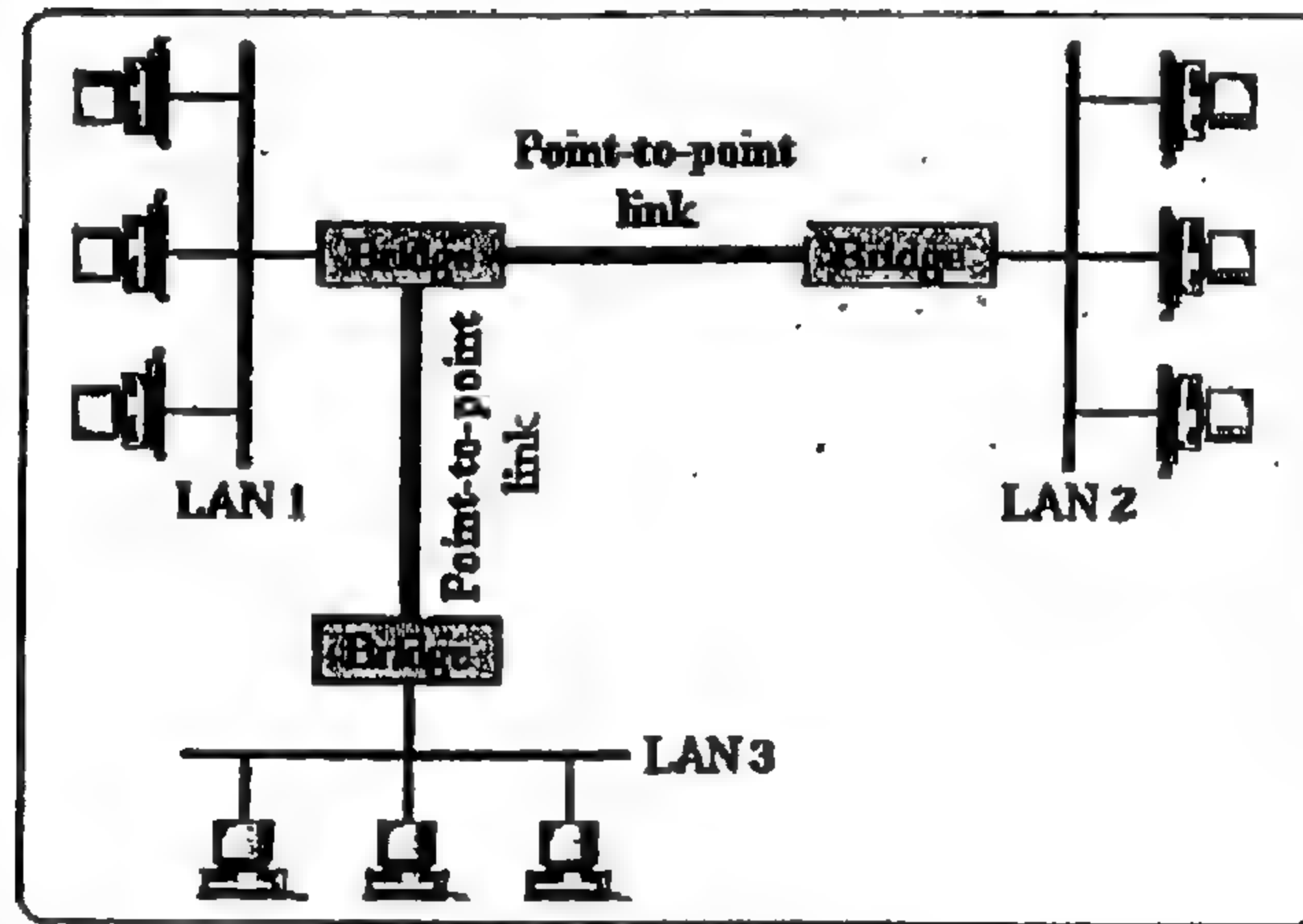


شكل 8: تقسيم شبكة LAN إلى قسمين 2 segments

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices



شكل 9: تقسيم شبكة LAN إلى أربعة أقسام 4 segments



شكل رقم 10: استخدام bridge في ربط عدة شبكات LANs

قديمًا كان المقصود من تصميمات Bridge هو استخدامه في تقسيم شبكة LAN الواحدة إلى عدة أقسام (segments) أو استخدامه في ربط عدة شبكات LANs لها نفس البروتوكول (for physical and medium access layers)

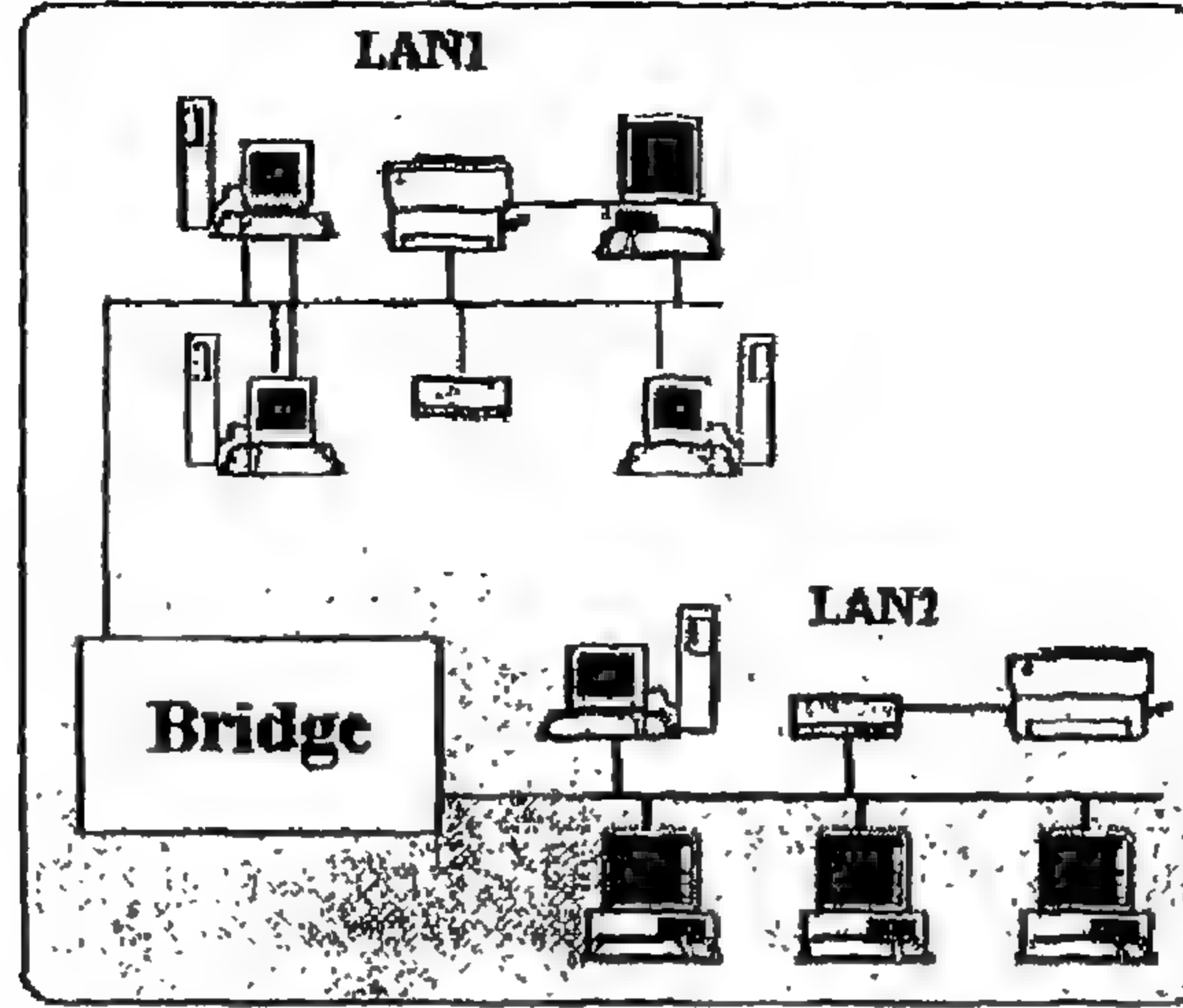
E.g. all confirming to IEEE802.3 or all confirming to FDDI

وحيث أنه كانت جميع الأجهزة تستخدم نفس البروتوكول فكانت كمية المعالجات (Processing) داخل Bridge محدودة أو أقل ما يمكن.

حديثًا تم تطوير Bridges لتعمل في ربط شبكات LANs لها MAC مختلفة

ولكنها ما زالت أبسط من Routers. الشكل رقم 11 يوضح أنه يمكن استخدام Bridge

لتوصيل الإطارات بين شبكتين LANs في كلا الاتجاهين (من LAN1 إلى LAN2 والعكس)



شكل 11: استخدام Bridge لتوصيل الإطارات بين شبكتين LANs في كلا الاتجاهين (من LAN1 إلى LAN2 والعكس)

بعكس repeater فان Bridge لديه منطق (logic) يمكنه من التحكم في الزحام المروري (traffic control) وأيضا فصل وعزل الروابط التي بها مشاكل أو معوقات.

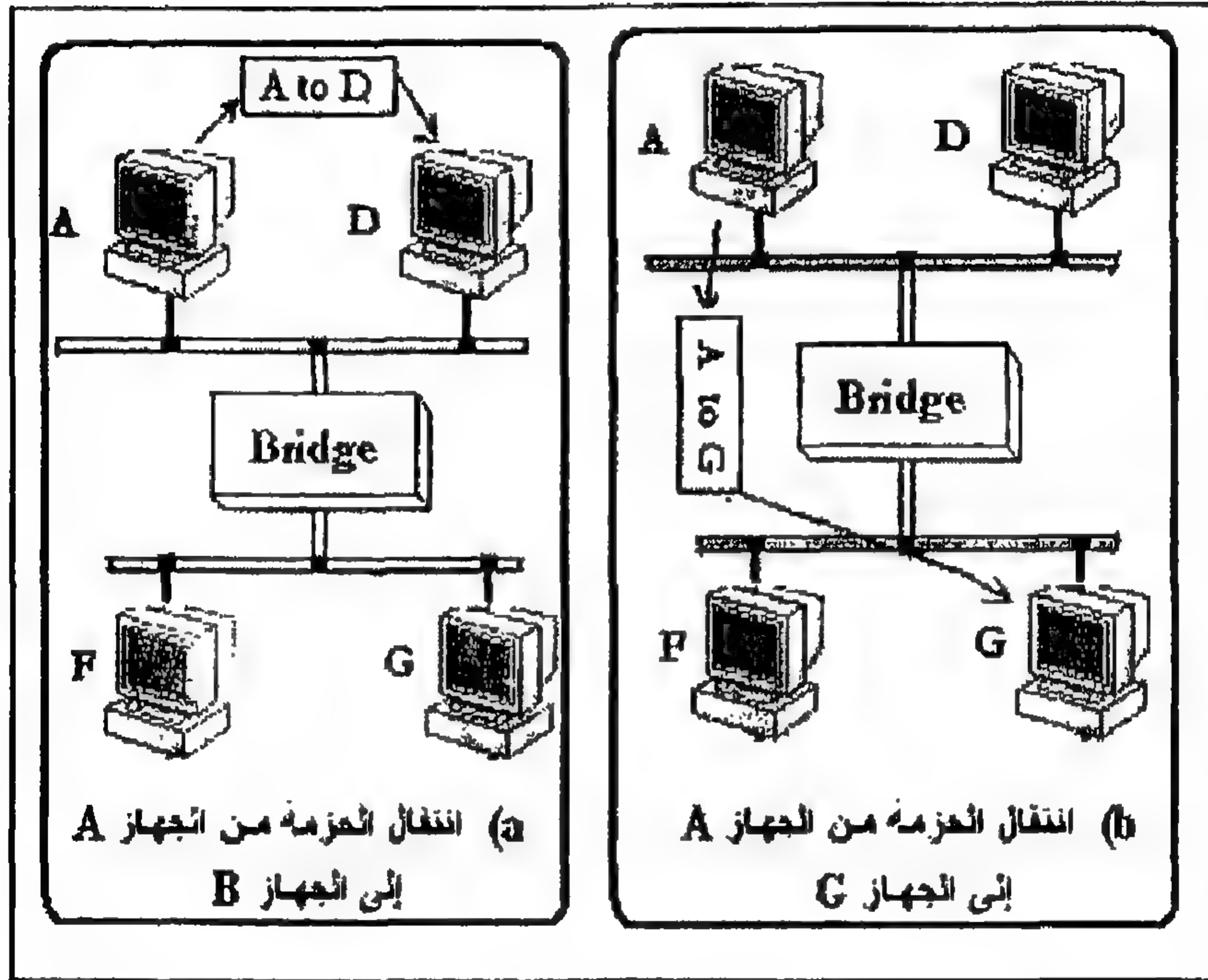
عند العمل خلال طبقة الربط Data link layer فان Bridge يعطى الأذن (access) للعنوان المادي (physical addresses) لجميع المحطات على segment المتصل به. عندما يدخل الإطار إلى Bridge فانه يختبر عنوان الوجهة النهائية (destination) ويوجه الإطار إلى القسم (segment) الذي ينتمي إليه العنوان أي أنه عندما يتلقى Bridge الإطار فانه يقرأ العنوان المادي في الإطار ويقارنه بجدول يحتوي على كل عناوين المحطات في كلا القسمين Bridge

بصورة عامة يكون Bridge في إحدى حالتين : الحالة الأولى (Blocking) عندما يكون عنوان الوجهة النهائية في نفس قسم المصدر أي تظل الحزمة في نفس قسم المصدر

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

والحالة الثانية (Passing) عندما يكون عنوان الوجهة النهائية في أحد الأقسام الأخرى أي تنتقل الحزمة إلى أحد الأقسام الأخرى. تنتقل الحزمة إلى أحد الأجهزة داخل القسم الواحد من خلال العنوان المادي الموجود بالحزمة.

الشكل رقم 12 يوضح استخدام Bridge في التوصيل بين أجهزة في قسمان. القسم الأول يحتوي على المحطتان A and D والقسم الثاني يحتوي على المحطتان F and G



شكل 12: استخدام Bridge في التوصيل بين أجهزة في قسمان

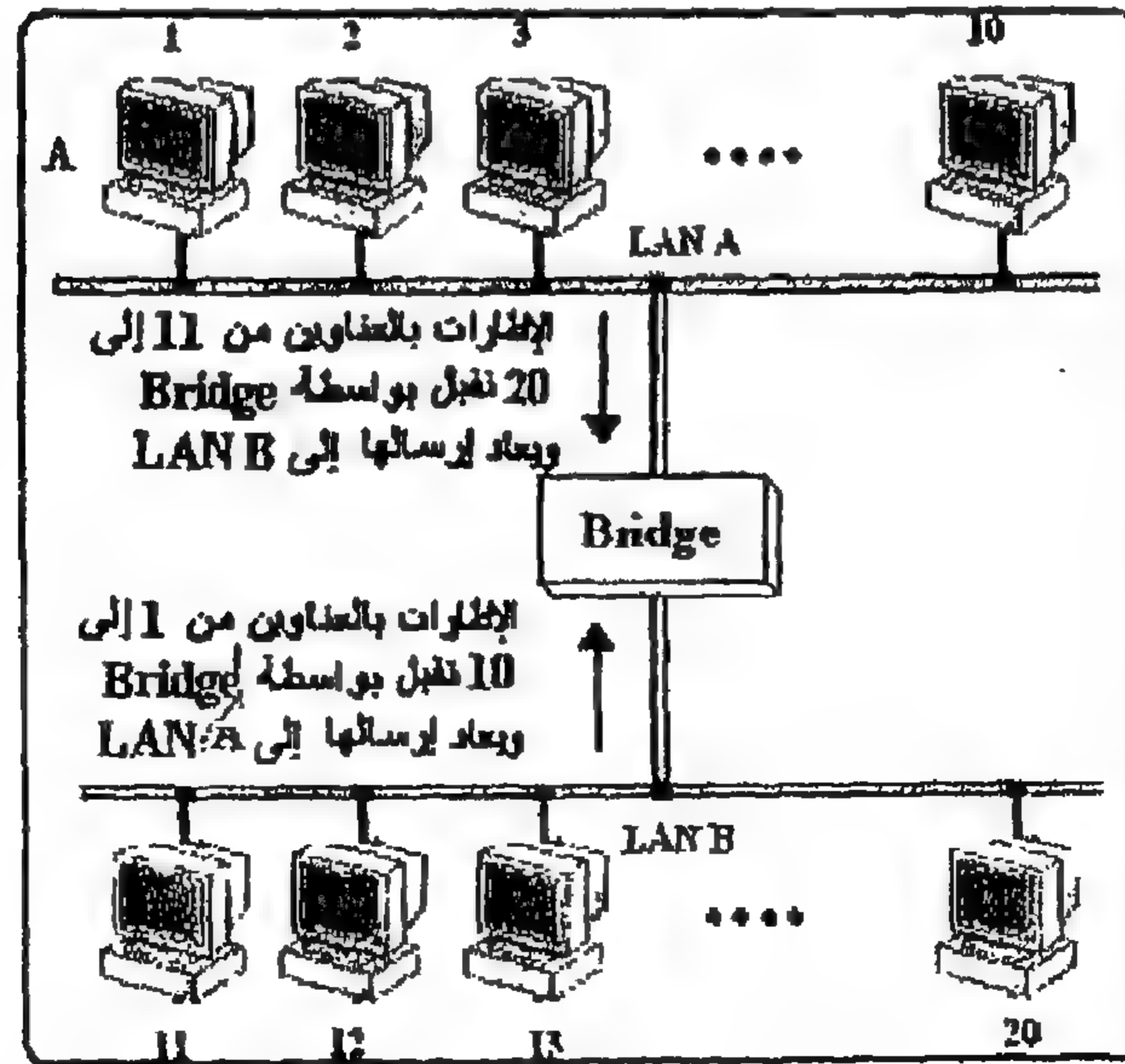
الحالة الأولى: إرسال إطار من المحطة A إلى المحطة D. أي أن الإطار يحتوي على عنوان المحطة D. حيث أن المحطة A والمحطة D في نفس القسم (the same segment) فإن الحزمة تمنع (blocked) بواسطة Bridge من الدخول إلى القسم الأسفل وترحل (relay) إلى نفس القسم العلوي وتستقبل بواسطة المحطة D طبقاً للعنوان الموجود في الإطار.

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

الحالة الثانية : إرسال إطار من المحطة A إلى المحطة G
أي أن الحزمة تحتوي على عنوان المحطة G . حيث أن المحطة A والمحطة G في قسمان مختلفان (two different segments) فان Bridge يسمح للحزمة للعبور إلى القسم السفلي حيث تستقبل بواسطة المحطة G طبقاً للعنوان الموجود في الإطار

11.4.1 عمل Bridge

- الشكل رقم 13 يوضح كيفية عمل Bridge لربط شبكتي LAN A and LAN B
- (1) يقرأ Bridge جميع الإطارات (frames) المرسلة بواسطة LAN A ولكنه يقبل (accept) الإطارات الممنونة إلى LAN B فقط
 - (2) باستخدام بروتوكول التحكم في الدخول على الوسط (Medium Access Control protocol) للشبكة LANB فان Bridge يعيد (retransmit) الإطارات إلى LAN B
 - (3) يقوم Bridge بنفس العمل عند انتقال الإطارات من LAN B إلى LAN A
 - (4) إذا انتقل الإطار إلى LANB فانه يصل إلى أحد أجهزة LANB بناء على العنوان المادي بالإطار



شكل 13 : كيفية عمل Bridge لربط شبكتي LAN A and LAN B

11.4.2 وظائف Bridges (Functions of the Bridges)

- 1) لا يقوم بأي تعديلات على محتوى (content) أو شكل (format) للإطارات المرسلة. أي أن كل إطار ينتقل خلال أقسام الشبكة الواحدة أو خلال شبكات LANs بنفس هيئة البتات (bit pattern)
- 2) نظرا لأنه من الممكن أن تكون سرعة إرسال الإطارات إلى دخل Bridge أسرع من سرعة إعادة إرسال هذه الإطارات فإنه يحتوى على ذاكرة (buffer) لتخزين الإطارات
- 3) يمكن أن يستخدم bridge لربط أكثر من شبكتان LANs
- 4) يجب أن يحتوي Bridge على ذكاء خاص للعنونة والتسيير (addressing and routing intelligence) والذي يمكنه من التعرف لأي عناوين داخل الشبكة يتم إمرار الإطارات.

11.4.3 أنواع Bridges (Types of Bridges)

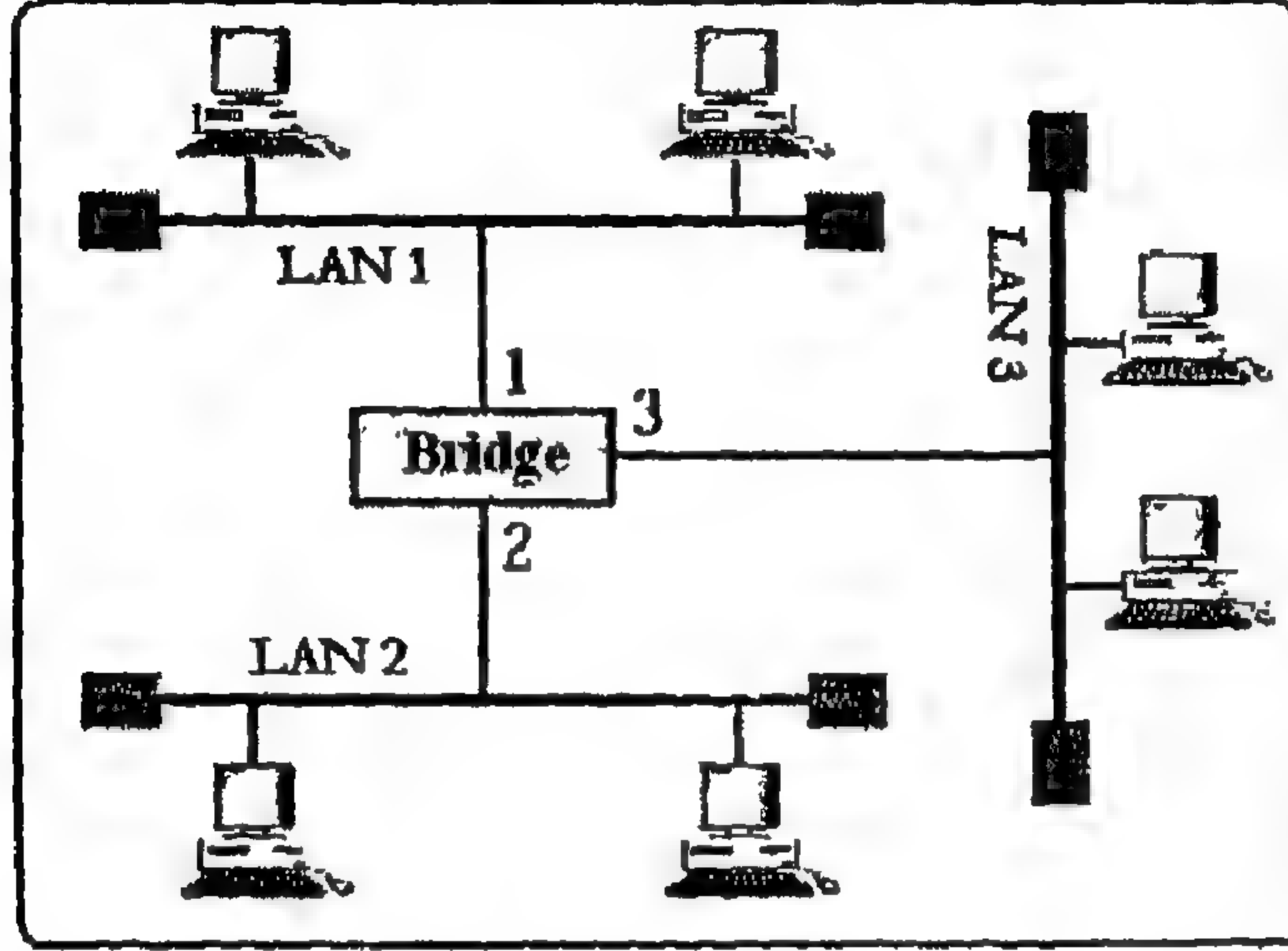
لاختبار الأقسام فإن Bridge يحتوي على جدول الفحص (Look-up table) الذي يحتوي على العناوين المادية لكل المحطات المتصلة به حيث أن الجدول يبين لأي قسم تنتمي كل محطة. تبعا لطريقة تسجيل المحطات داخل جدول الفحص وعدد الأقسام التي يمكن ربطها يمكن تقسيم أنواع Bridge إلى:

Simple Bridge (1)

هذا النوع قليل التكلفة ويستخدم لربط قسمين ويحتوي على جدول به عناوين جميع المحطات في كل قسم. هذا النوع أولي وذلك لأن العناوين تسجل يدويا وبالتالي فإن تهيئة وتعديل وصيانة هذا النوع يحتاج إلى وقت كبير ولذلك لا يفضل استخدامه في معظم التطبيقات.

Multipoint Bridges (2)

هذا النوع له نفس خصائص simple bridge بالإضافة إلى أنه يستطيع ربط أكثر من شبكتين LANs. الشكل رقم 14 يوضح استخدام Multipoint Bridge في ربط عدة شبكات محلية LANs.



شكل 14: استخدام Multipoint Bridge في ربط عدة شبكات محلية LANs

Transparent (Learning) Bridges (3)

هذا النوع يقوم ببناء جدول الفحص (look-up-table) ذاتياً أثناء انجاز مهامه على النحو التالي :

- (1) عندما يتم تركيبه (install) لأول مرة فإن جدولته يكون فارغاً
- (2) يستخدم عنوان المصدر (source address) لبناء جدولته. عندما يستقبل حزمة معينة فإنه ينظر إلى عنوان المصدر (sender) والوجهة النهائية (destination) وبمجرد قراءة عنوان المصدر فإنه يدون من أي جانب أتت الحزمة ويضم هذا العنوان إلى القسم الذي ينتمي إليه.

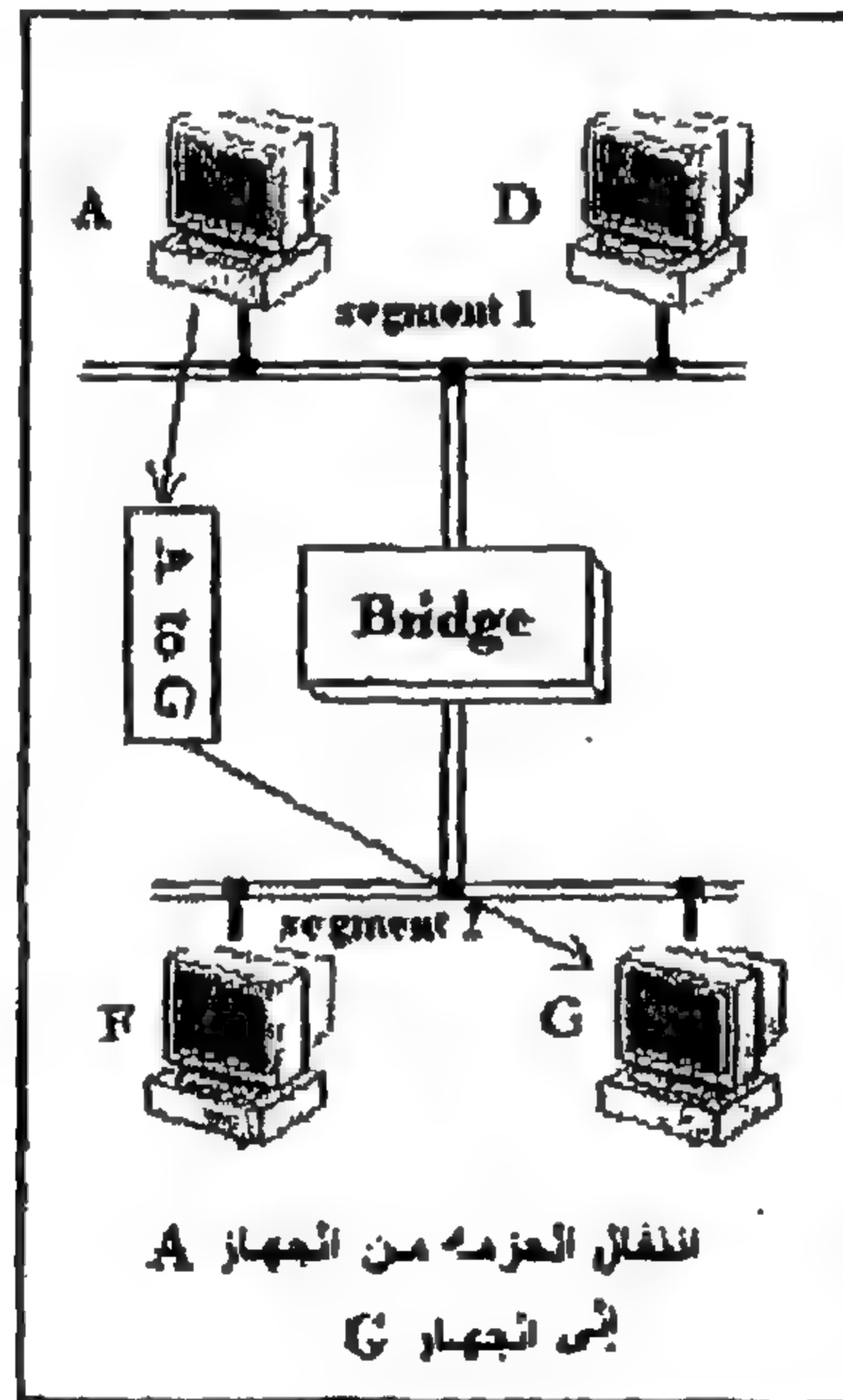
Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

(3) عندما يتم إرسال أول حزمة من كل محطة فان Bridge يسجل عنوان المحطة والقسم التابعة له في جدول داخل ذاكرة Bridge.

(4) باستمرار العمل يكون هذا النوع له جدول كامل يحتوي على عناوين المحطات والقسم الذي تنتمي إليه كل محطة ويخزن هذا في ذاكرة Bridge. من أهم مزايا هذا النوع أنه لديه القدرة على التحديث الذاتي فإذا تغير وضع الأجهزة بالنسبة للأقسام فإنه يقوم بتحديث أوضاع الأجهزة والأقسام على الوضع الجديد

مثال 1 :

الشكل رقم 15 يوضح كيفية عمل transparent bridge في نقل إطار من الجهاز A الموجود في Segment 1 إلى الجهاز G الموجود في Segment 2



شكل 15: استخدام transparent bridge في نقل إطار من الجهاز A

الموجود في Segment 1 إلى الجهاز G الموجود في Segment 2

المحطة A تريد أن ترسل حزمة إلى المحطة G. Bridge يعلم أن الحزمة التي أتت من المحطة A تأتي من القسم الأعلى ويضع هذه المحطة (A) ضمن محطات القسم الأعلى.

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

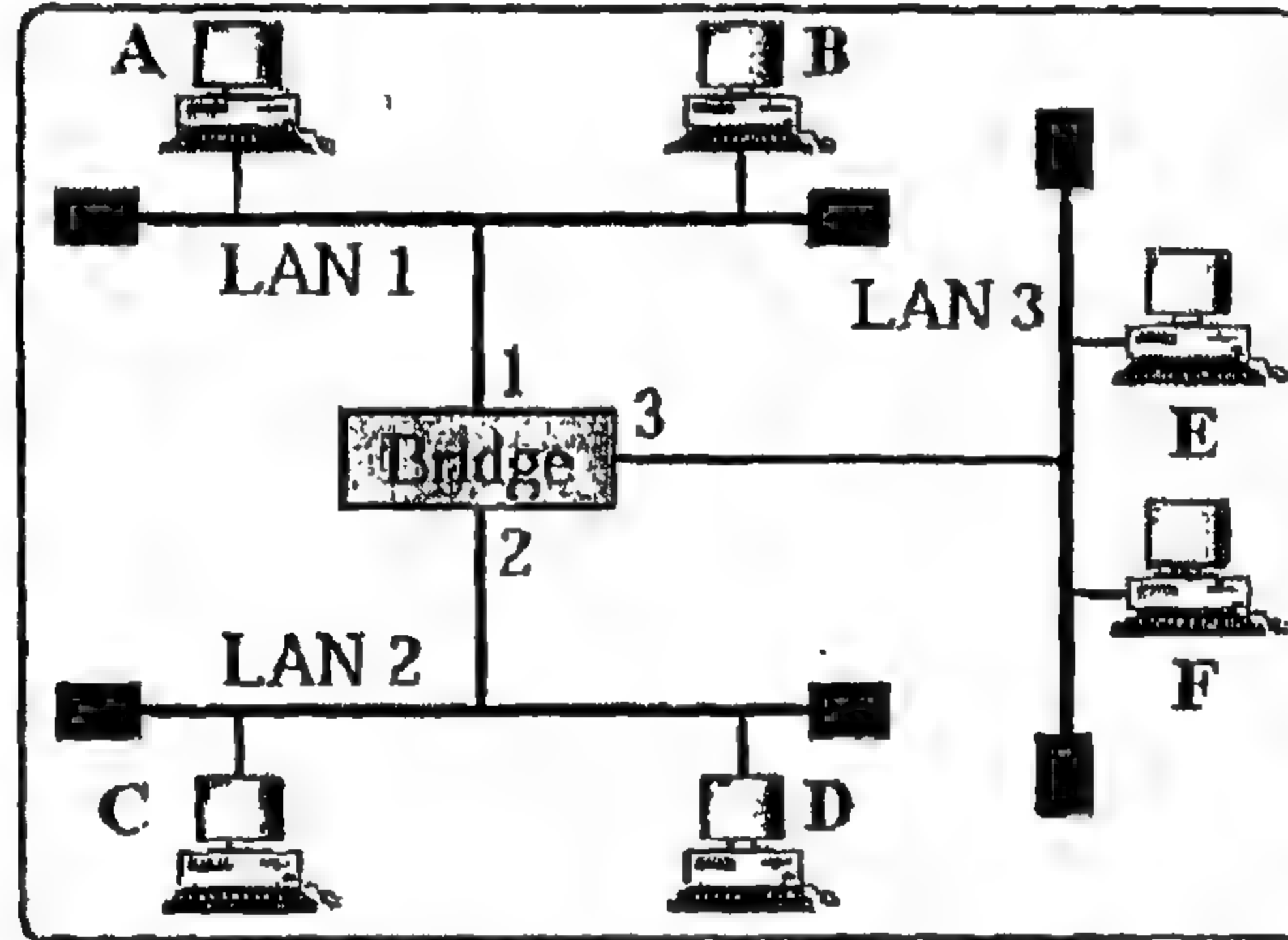
الآن عندما يستقبل Bridge الحزمة بعنوان المحطة (A) (عنوان المصدر) فإنه يعلم أنها تنتمي إلى القسم العلوي

مثال 2:

الشكل رقم 16 يوضح خطوات بناء جدول Bridge (look-up-table) المتصل بثلاث شبكات LANs

مثال 3:

الشكل رقم 17 يوضح جدول Bridge (look-up-table) لربط شبكتان LANs



Address	Port
A	1
E	3
B	1

Address	Port
A	1
E	3

Address	Port
A	1

Address	Port

(1) الجدول فارغ (2) بعد إرسال إطار من المحطة (3) بعد إرسال إطار من المحطة (4) بعد إرسال إطار من المحطة

B إلى المحطة C

B → C

E إلى المحطة A

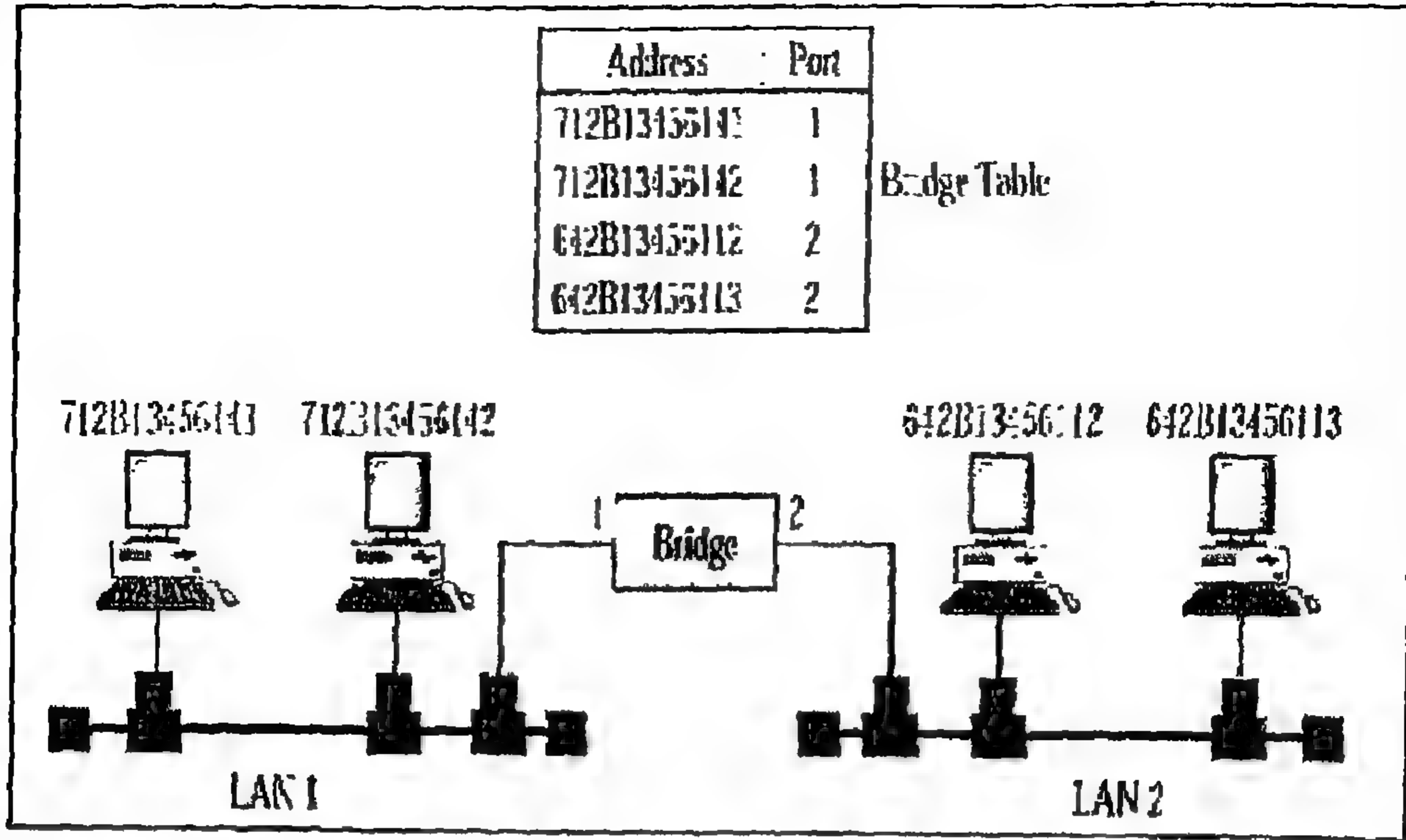
E → A

A إلى المحطة D

A → D

شكل 16 : خطوات بناء جدول Bridge المتصل بثلاث شبكات LANs

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices



شكل 17: جدول Bridge (look-up-table) لربط شبكتان LANs

نظريا Bridge يمكن أن يربط شبكتان LANs تحتوي على بروتوكولات مختلفة خلال طبقة الربط مثل شبكة Ethernet LAN و شبكة Token Ring LAN فان هناك بعض المسائل (issues) يجب أن تؤخذ في الاعتبار مثل:

(a) شكل الإطار Frame Format

الإطارات المرسلة بواسطة LAN المختلفة لها أشكال مختلفة (تقارن تشكيل الإطارات في شبكتي Ethernet و Token Ring)

(b) حميز الحمولة Payload size

حميز البيانات داخل الإطار يتغير من بروتوكول إلى بروتوكول آخر (تقارن حمولة الإطارات في شبكتي Ethernet و Token Ring)

(c) معدل سريان البيانات Data Rate

البروتوكولات المختلفة تستخدم معدلات مختلفة لسرعة البيانات (data rate)

○ Ethernet يعمل بسرعة 10 Mbps

○ Token ring يعمل بسرعة 16 Mbps

(d) ترتيب بتات العنوان Address bit order

ترتيب بتات العناوين يختلف حسب البروتوكول المستخدم فعلى سبيل المثال فان Bridge تقوم بعكس العنوان إذا جاءت رسالة من LAN تعمل ببروتوكول Ethernet إلى LAN تعمل ببروتوكول Token Ring

(e) مسائل أخرى Other issues

هناك مسائل أخرى يجب أن تؤخذ في الاعتبار مثل

○ كيفية إقرار البيانات Acknowledgment

○ معالجة التصادم بين البيانات Collision

○ تحديد أولويات المرور والتوصيل Priority

حديثًا يوجد أنواع من Bridges لديها القدرة على التعامل مع كل المشاكل السابقة وبالتالي نستطيع ربط شبكات LANs مختلفة في البروتوكول

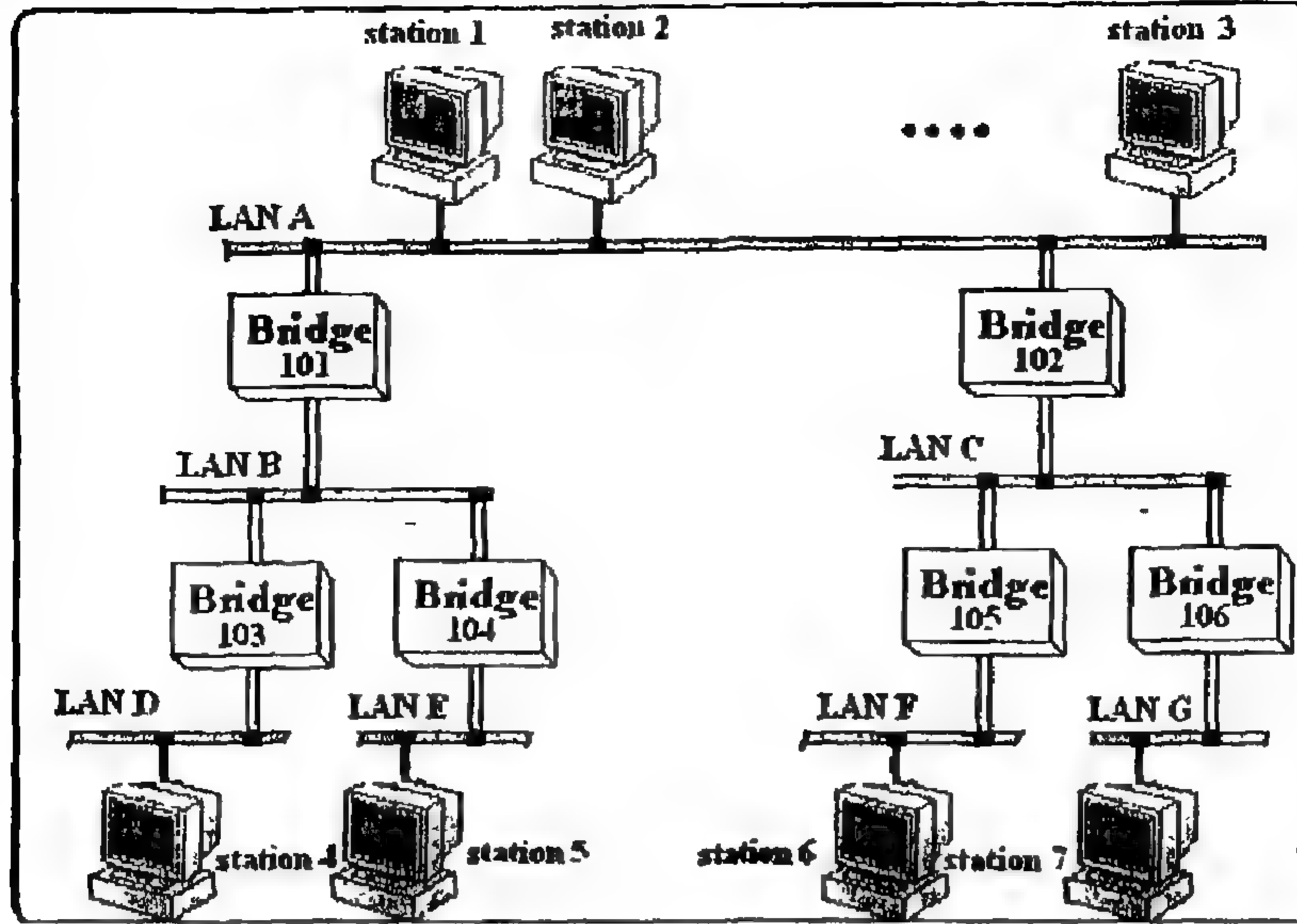
(11.4.4) التحكم في السريان بواسطة Bridges (Routing With Bridges)

Bridge يجب أن يحدد قراره لتحديد اتجاه نقل الإطار بناء على destination MAC address وفي حالة التركيبات الشبكية المعقدة فان Bridge يجب أن يتخذ قرار التسيير (routing decision)

مثال 4 :

الشكل رقم 18 يوضح عملية routing decision في حالة إرسال إطار من المحطة رقم

1 (station 1) داخل LAN A إلى المحطة رقم 5 (station 5) داخل LAN E

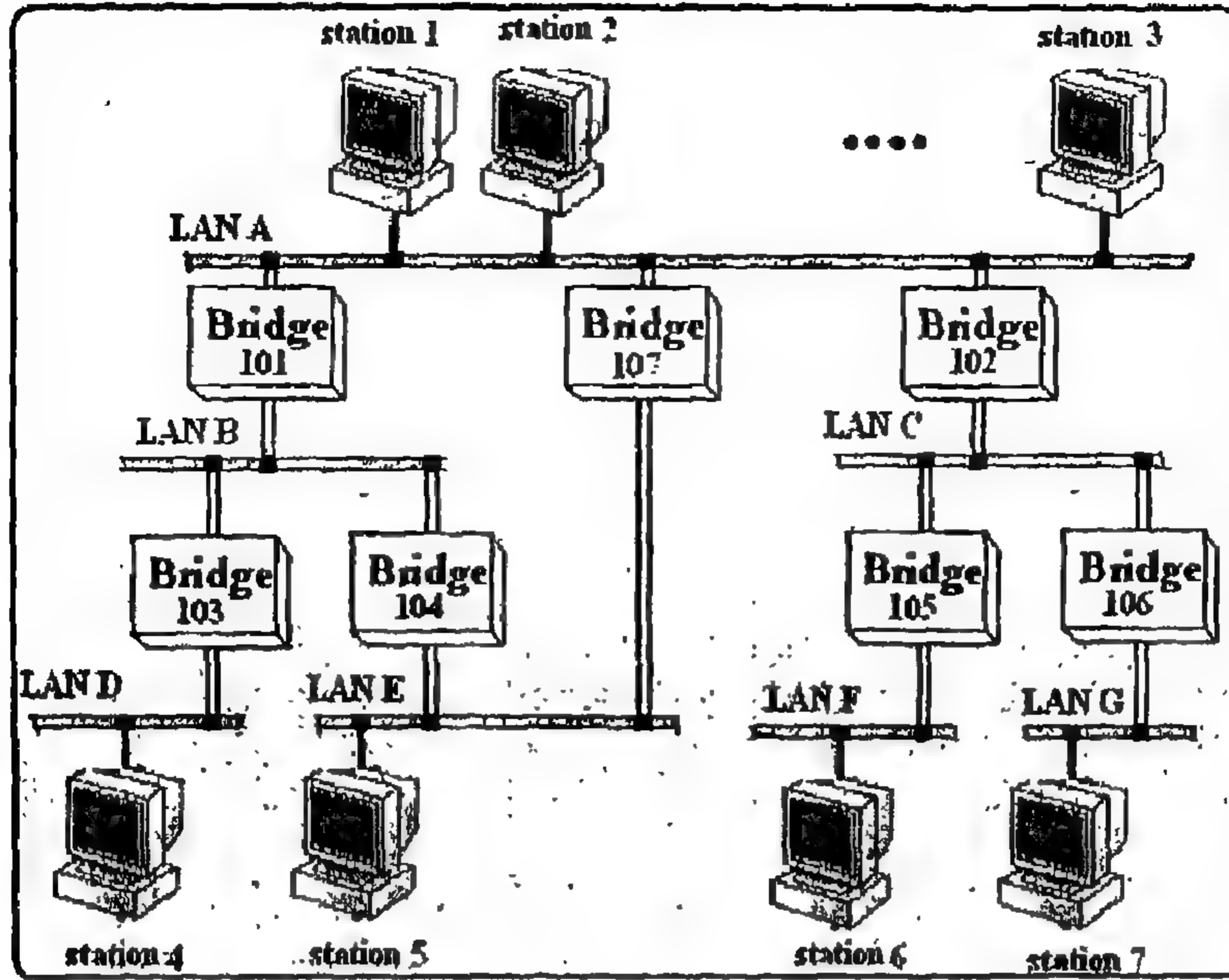


شكل 18: عملية routing decision في حالة إرسال إطار من المحطة رقم 1
(station 1) داخل LAN A إلى المحطة رقم 5 (station 5) داخل LAN E

الإطار المراد إرساله سيقرأ بواسطة bridge 101 and bridge 102. كل bridge سيعلم أن هذا الإطار خارج الشبكة المتصل به وبالتالي فإن كل bridge سيتخذ قرار لإعادة إرسال أو عدم إرسال الإطار إلى LAN الأخرى. في هذه الحالة فإن bridge 101 سيعيد إرسال الإطار إلى LAN B في حين أن bridge 102 سيجزم عن إعادة إرسال الإطار. بمجرد إرسال الإطار إلى LAN B فإن هذا الإطار سيستقبل بواسطة bridges 103 and 104. بنفس الطريقة السابقة فإن bridges 103 and 104 سيتخذان قرار إعادة الإرسال أو عدم إعادة الإرسال للإطار المستقبل. في الحالة السابقة سيقوم bridge 104 بإعادة الإرسال إلى LAN E حيث سيتم استقبال الإطار بواسطة station 5

مثال 5 :

الشكل رقم 19 تعديلا للمثال رقم 4 حيث تم إضافة bridge 107 ليقوم بالربط المباشر بين LAN A and LAN E



شكل 19: تعديلا للمثال رقم 4 حيث يتم إضافة bridge 107

ليقوم بالربط المباشر بين LAN A and LAN E

في هذه الحالة يقوم bridge 107 بتوجيه الإطار بدلا من bridge 101 وذلك لوجود وثبه واحدة فقط (one hop) مقارنة بتوجيه الإطار بواسطة bridge 101 (two hops) وفي حالة وجود عطل في bridge 107 فسيتم التوجيه بواسطة bridge 101. بصورة عامة يمكن القول أن إمكانية تسيير الإطارات frames routing capability يجب أن تأخذ في الاعتبار طوبوغرافيا هيكل الانترنت (topology of internet configuration). حديثا ظهرت استراتيجيات تسيير (routing strategies) متعددة وسنكتفي هنا بشرح أبسط الاستراتيجيات المستخدمة والأكثر شيوعا وهو ما يسمى fixed routing حيث أن هذه الإستراتيجية مناسبة لشبكات LAN الصغيرة.

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

إستراتيجية التسيير الثابت Fixed Routing Strategy

في هذه الإستراتيجية : (1) المسار يحدد لكل source-destination pair لشبكات LAN. (2) إذا كان هناك مسارات تبادلية (alternative routes) بين شبكتان LANs فسيتم اختيار المسار الذي يحقق أقل عدد من الوثبات (minimum number of hops). الشكل رقم 20 يوضح طريقة تصميم fixed routing للشبكة الموجودة بالمثال رقم 5

		Central routing directory						
		Source LAN						
		A	B	C	D	E	F	G
Destination LAN	A	-	101	102	103	107	105	106
	B	101	-	102	103	104	105	106
	C	102	101	-	103	107	105	106
	D	101	103	102	-	104	105	106
	E	107	104	102	103	-	105	106
	F	102	101	105	103	107	-	106
	G	102	101	106	103	104	105	-

Fixed Routing

Bridge 101 table				Bridge 102 table				Bridge 103 table			
From LAN		From LAN		From LAN		From LAN		From LAN		From LAN	
A		B		A		C		B		D	
Dest	next	Dest	next	Dest	next	Dest	next	Dest	next	Dest	Next
B	B	A	A	B	-	A	A	A	-	A	B
C	-	C	A	C	C	B	A	C	-	B	B
D	B	D	-	D	-	D	A	D	D	C	B
E	-	E	-	E	-	E	A	E	-	E	B
F	-	F	A	F	C	F	-	F	-	F	B
G	-	G	A	G	C	G	-	G	-	G	B

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

Bridge 104 table			Bridge 105 table			Bridge 106 table		
From LAN B		From LAN E	From LAN C		From LAN F	From LAN C		From LAN G
Dest	next	Dest | next	Dest	next	Dest | next	Dest	next	Dest | Next
B	-	A | -	B	-	A | C	A	-	A | C
C	-	B | B	B	-	B | C	B	-	B | C
D	-	C | -	D	-	C | C	D	-	C | C
E	E	D | B	E	-	D | C	E	-	D | C
F	-	F | -	F	F	E | C	F	-	E | C
G	-	G | -	G	-	G | C	G	G	F | C

Bridge 107 table			
From LAN A		From LAN E	
Dest	next	Dest	Next
B	-	A	A
C	-	B	-
D	-	C	A
E	E	D	-
F	-	F	A
G	-	G	A

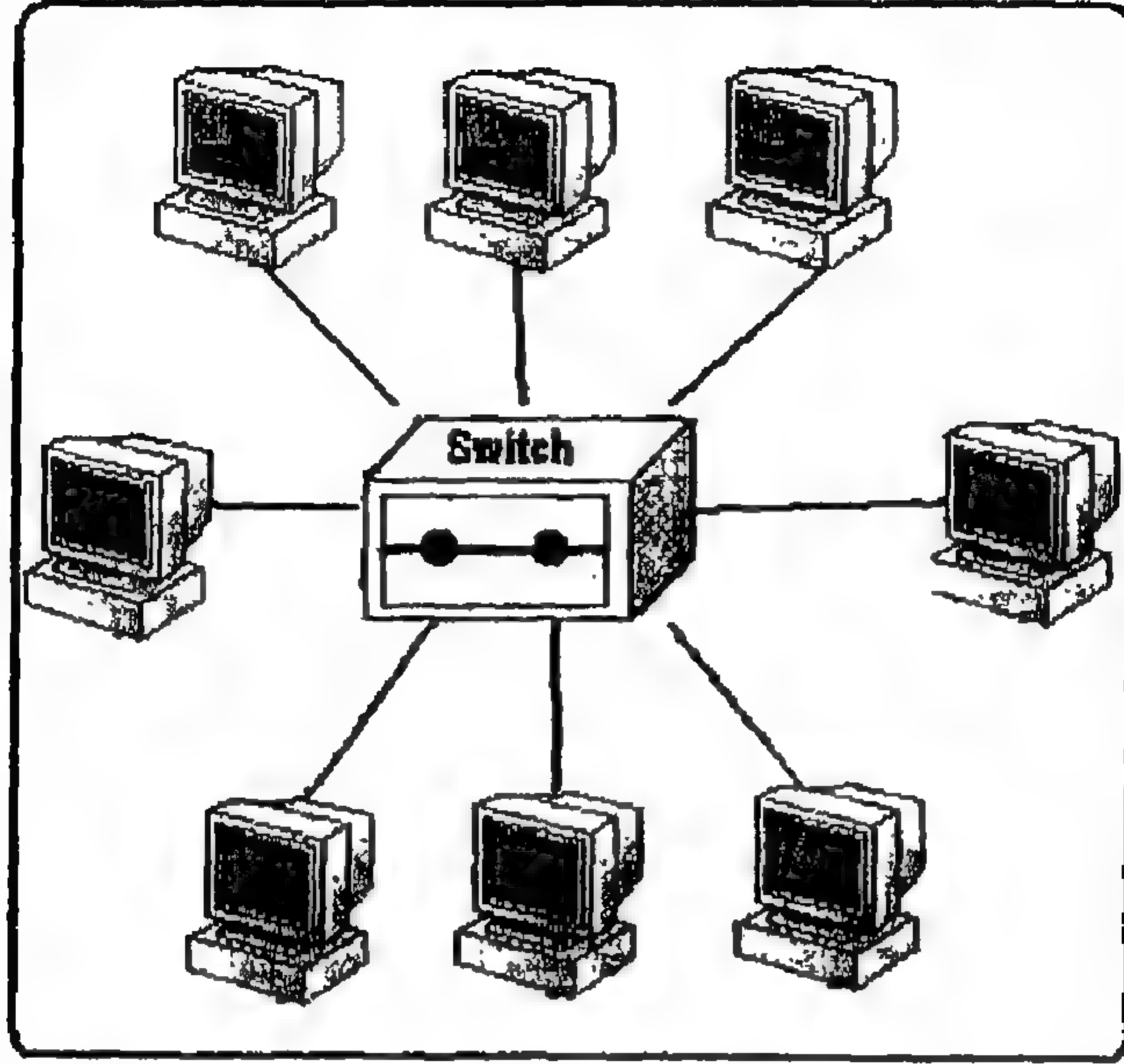
شكل 20: طريقة تصميم fixed routing للشبكة الموجودة بالمثال رقم 5

11.5 المحولات SWITCHES

Switch يعمل مثل Bridge حيث أن كل منهما يقوم بتسيير الإطارات طبقاً frame address. Switch يقوم بربط أجهزة داخل شبكة LAN أو ربط عدة شبكات LANs أو تقسيم LAN الواحدة إلى عدة أقسام وربط هذه الأقسام

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

إطراف switch تتصل مباشرة بكل جهاز (شكل رقم 21) وبالتالي يجب أن يحتوي switch على حيز مناسب لعدة كروت بعكس bridge الذي يحتاج إلى حيز أقل للكروت وذلك لأنه يقوم بربط LANs أو segments فقط



شكل 21: استخدام Switch لربط أجهزة داخل الشبكة

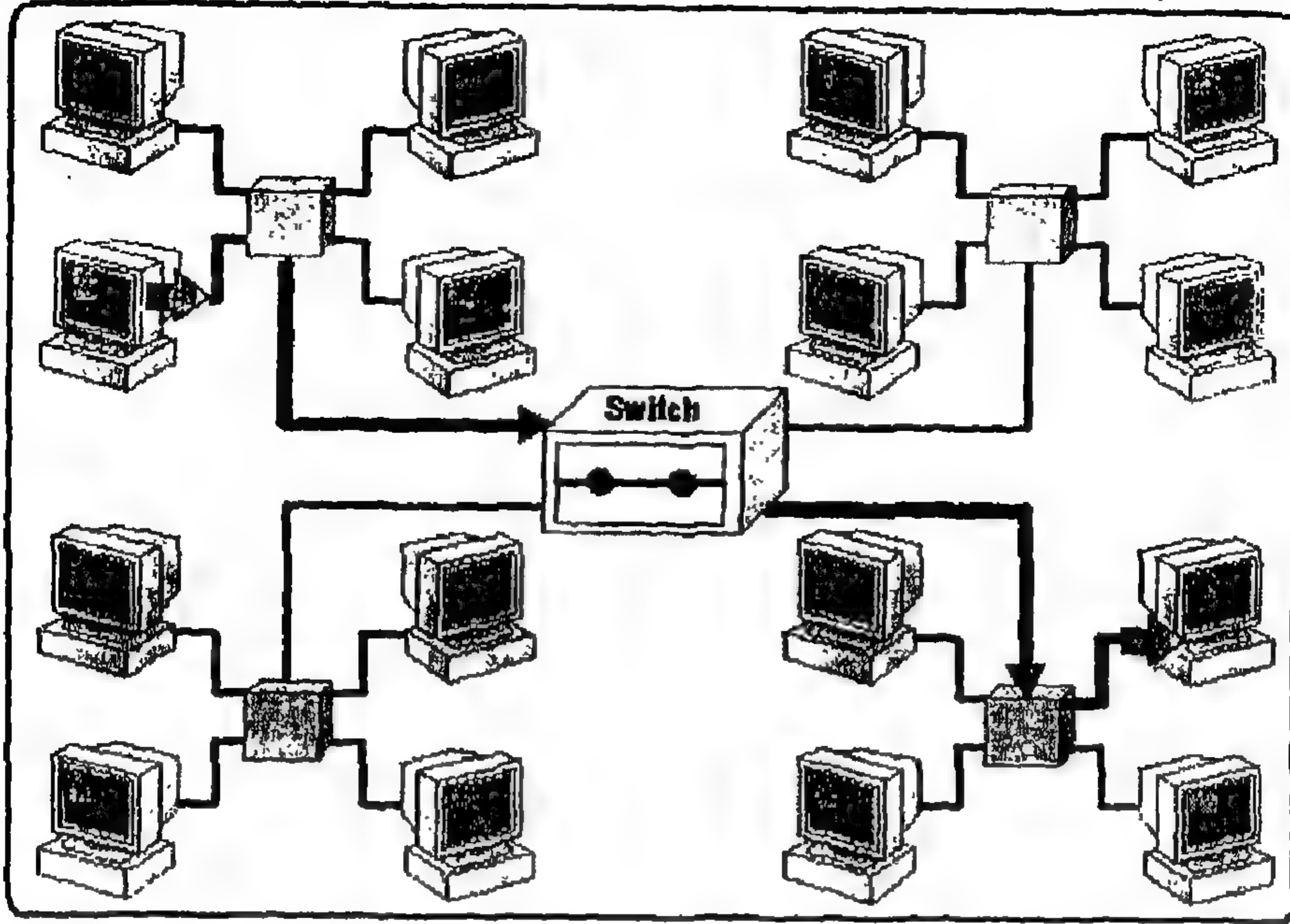
كل line card يزود مساحة تخزينية buffer space للإطارات المستقبلية من كل دخل في switch. بناء على المعلومات الموجودة في packet header فان switch يقوم بإنشاء اتصال داخلي بين أطرافه وذلك لتوجيه data packet إلى الوجهة المناسبة (الجهاز المناسب) وهذا يعني أنه يتم فصل بعض المسارات الداخلية (داخل switch) وذلك لربط جهازي المصدر والوجهة النهائية مباشرة

يتم استخدام switch في الأغراض التالية

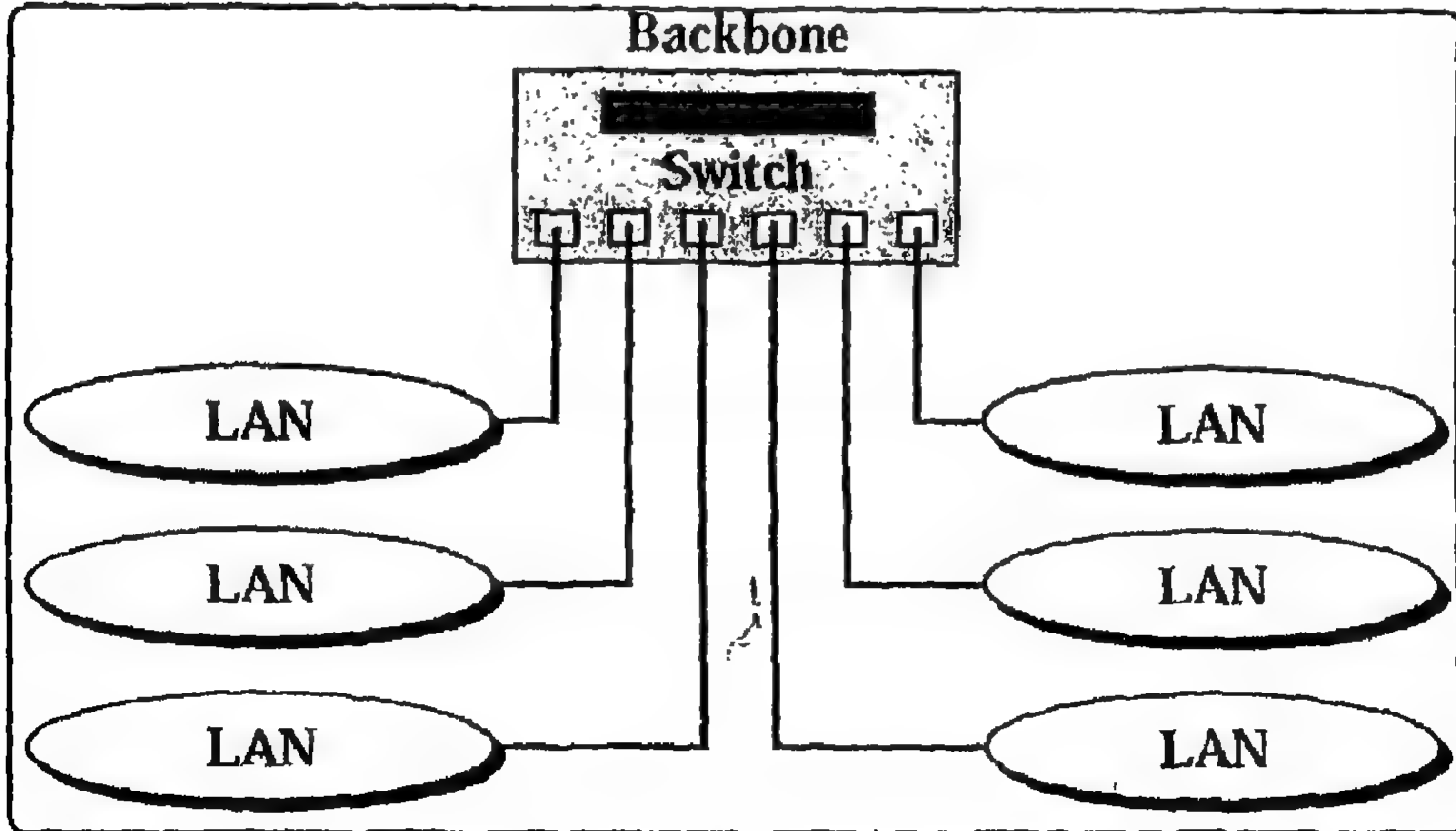
- 1) إرسال data packet مباشرة من جهاز المصدر (sender) إلى جهاز الوجهة النهائية (final destination)
- 2) التزود بمعدل سرعات عالية لنقل البيانات

الشكل رقم 22 يوضح استخدام switch لربط عدد من hubs داخل LAN. الشكل 23

يوضح استخدام switch لربط عدد من شبكات LANs



شكل 22: استخدام switch في ربط عدد من Hubs داخل LAN

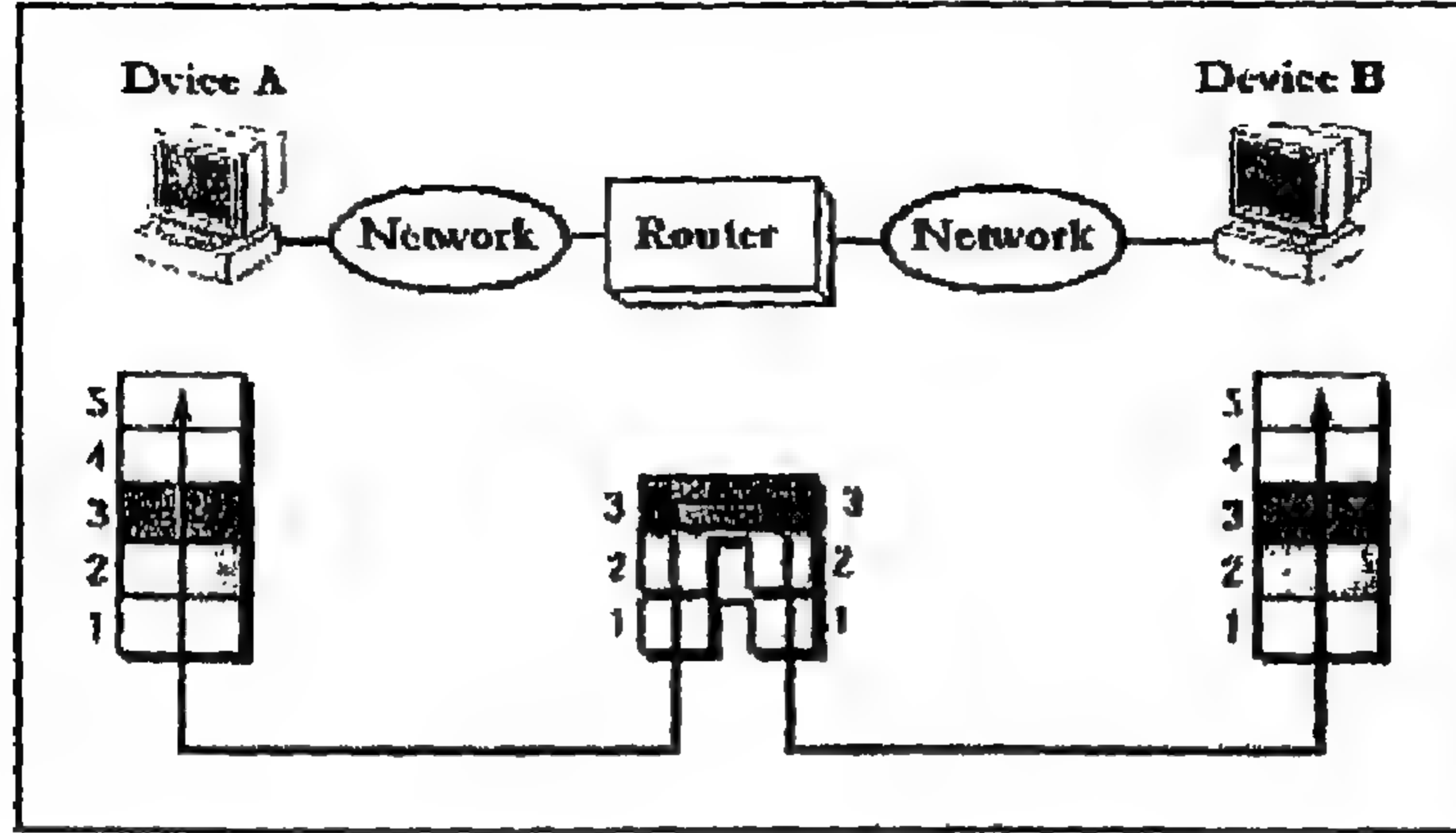


شكل 23: استخدام switch لربط عدد من شبكات LANs

ROUTERS (11.6)

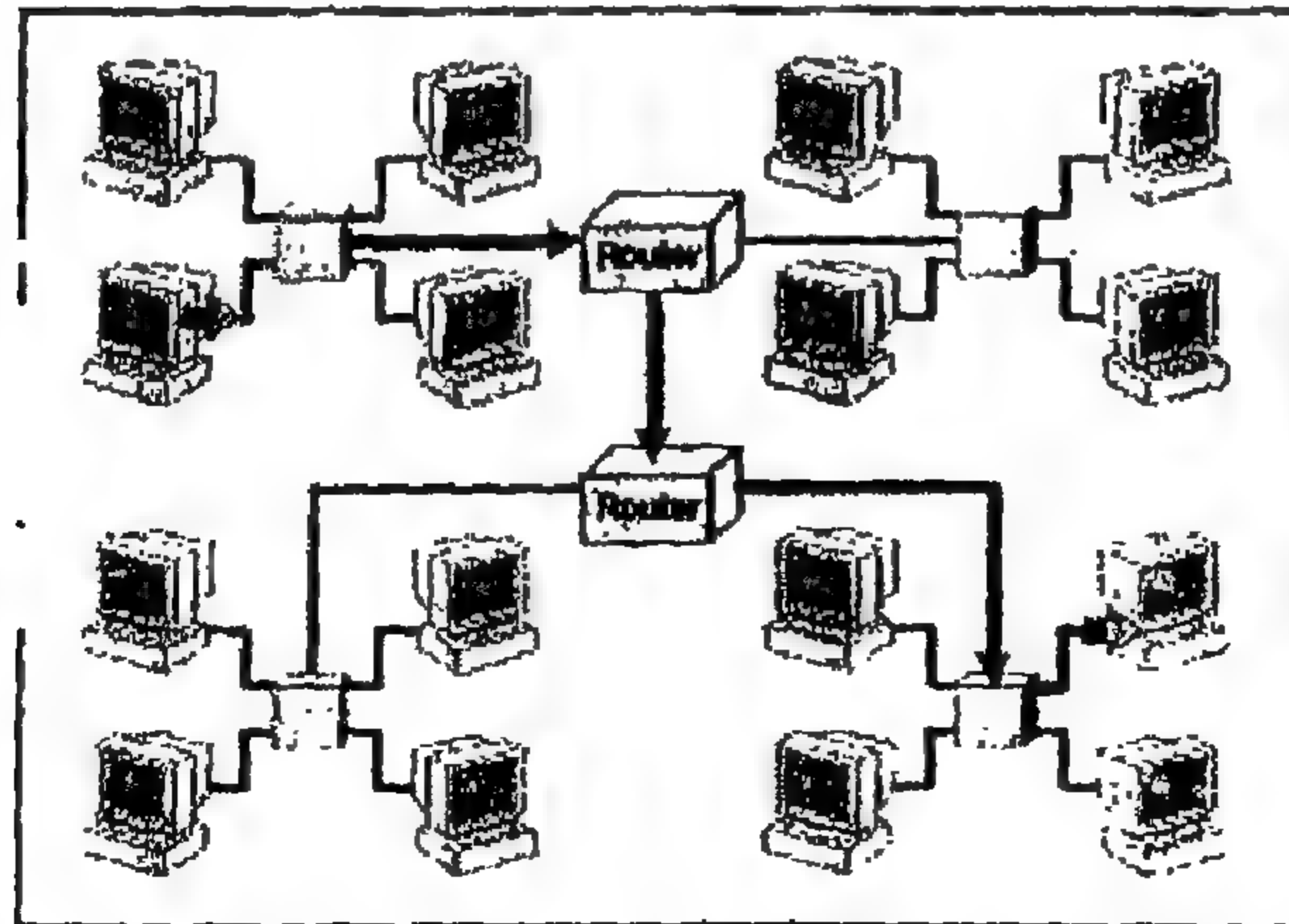
Routers يعمل من خلال طبقات OSI الثلاث السفلى (Physical, data link and

Network layers) (الشكل رقم 24)

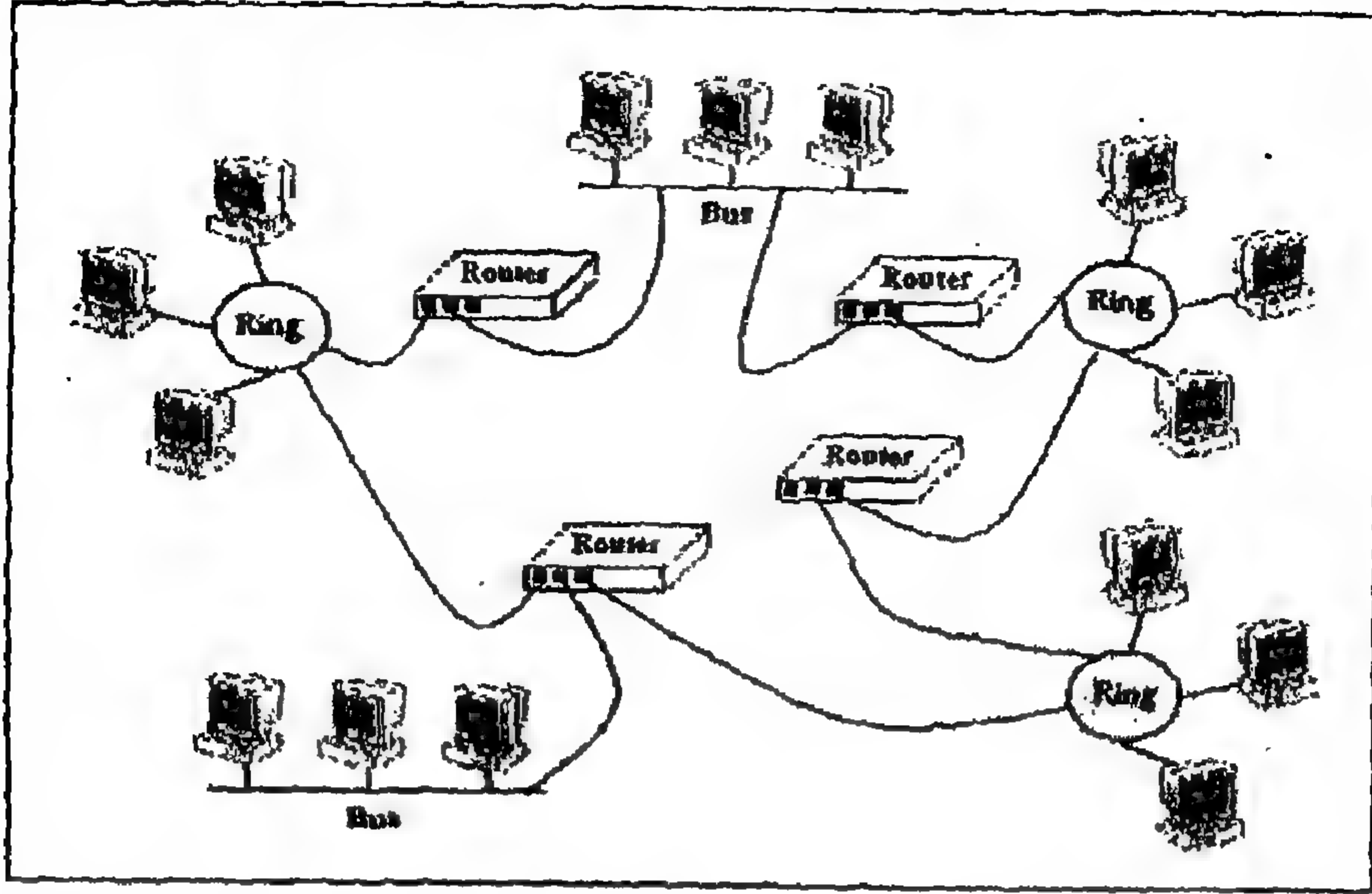


شكل 24: عمل routers من خلال الطبقات الثلاث السفلى لنظام OSI

Routers يقوم بنفس وظائف Bridge and switch ولكنه أكثر تعقيدا وله وظائف أخرى متعددة حيث أنه يتعامل مع عناوين الشبكة ويحتوي على Software يمكنه من تحديد أفضل مسار للإرسال من بين عدة مسارات كما أنه يعمل على نقل واستقبال وتبديل الحزم بين عدة شبكات لها نفس البروتوكول. الشكل رقم 25 والشكل رقم 26 يوضحان استخدام Routers في ربط عدة شبكات تعمل على نفس البروتوكول



شكل 25 : استخدام Routers في ربط عدة شبكات تعمل على نفس البروتوكول



شكل 26 : استخدام Routers في ربط عدة شبكات تعمل على نفس البروتوكول

الشكل السابق يوضح التشبيك من بين 5 شبكات. الحزمة المرسلة من محطة في إحدى الشبكات إلى محطة أخرى في شبكة أخرى تذهب أولاً إلى Router المتصل بشبكة المصدر والذي يقوم بدوره بعملية Switching إلى شبكة الوجهة النهائية. إذا لم يكن هناك Router متصل بين شبكة الإرسال وشبكة الاستقبال فإن Router الإرسال يقوم بنقل الحزمة عبر إحدى الشبكات المتصلة إلى Router التالي في اتجاه الوجهة النهائية. هذا Router يرسل الحزمة إلى Router التالي على المسار ويستمر نفس الأسلوب حتى نصل إلى الوجهة النهائية (final destination).

Router يمكن أن يربط بين شبكتان أو أكثر في نفس الوقت. كإحدى المهام البسيطة فإن Router يستقبل الحزم من إحدى الشبكات المتصلة به ويمررها إلى الشبكة الأخرى.

إذا كانت الحزمة المستقبلية معنونه إلى إحدى الأجهزة في إحدى الشبكات الغير متصلة ب Router فإن Router يكون لديه القدرة على تحديد أفضل المسارات للحزمة لكي تصل إلى وجهتها النهائية من خلال توصيلها إلى Router آخر.

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

عند انتقال البيانات خلال أقسام الشبكات فإن Router يختبر Packet header لتحديد أفضل مسار لسريان الحزمة حيث أنه يعلم المسار لجميع الأقسام داخل الشبكة وذلك لأنه لديه جدول (routing table)

Router يمكن مجموعة من users من المشاركة على رابط واحد للتعامل مع شبكات internet. إذا حدث عطل في الرابط الموصل بين two routers فإن sending router يحدد مسار تبادلي لحركة للبيانات

GATWAYS (11.7)

Gateway يعتبر محول بروتوكولات (protocol converter) فهو يستطيع استقبال حزمة مهيأة (formatted) لأحدى البروتوكولات (مثل AppleTalk) ويحولها إلى شكل آخر لبروتوكول (TCP/IP) قبل نقلها إلى الشبكة الأخرى. Gateway تنقل وتستقبل وتبدل الحزم بين عدة شبكات لها بروتوكولات متعددة. Gateway عامة هو Software يتم تركيبه خلال Routers. بصورة عامة فإن Gateway القدرة على فهم البروتوكولات وتحويلها إلى بروتوكولات أخرى.

في بعض الحالات يكون التعديلات الضرورية في trailers and headers وفي الحالات الأخرى: يكون Gateway مهمته ضبط Format, size and data rate. الشكل رقم 27 يوضح استخدام gateway في ربط شبكة Ethernet مع شبكة Token Ring

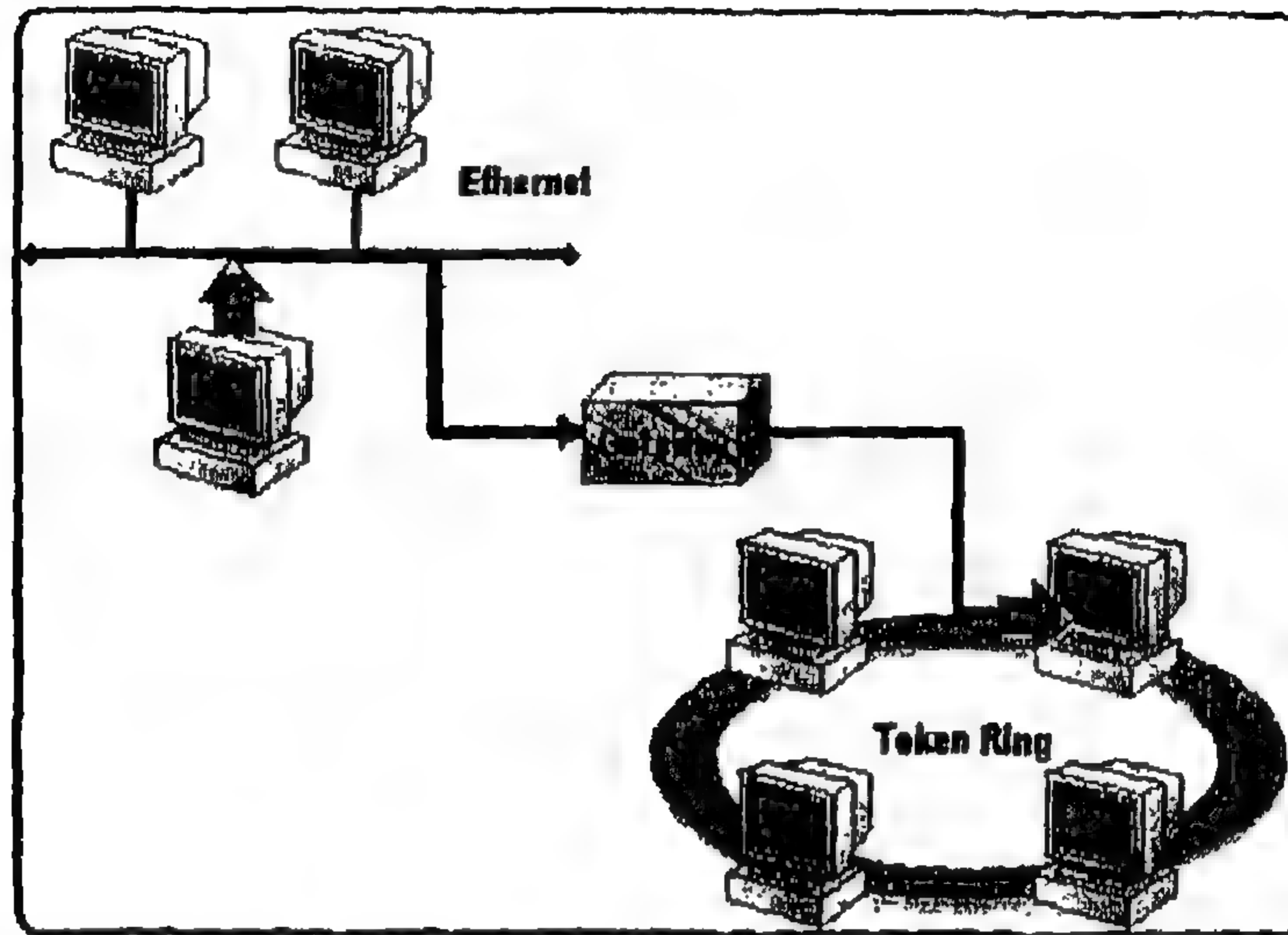
من حيث البروتوكولات المستخدمة داخل الشبكات يمكن تقسيم gateways إلى:

Transport gateways (a

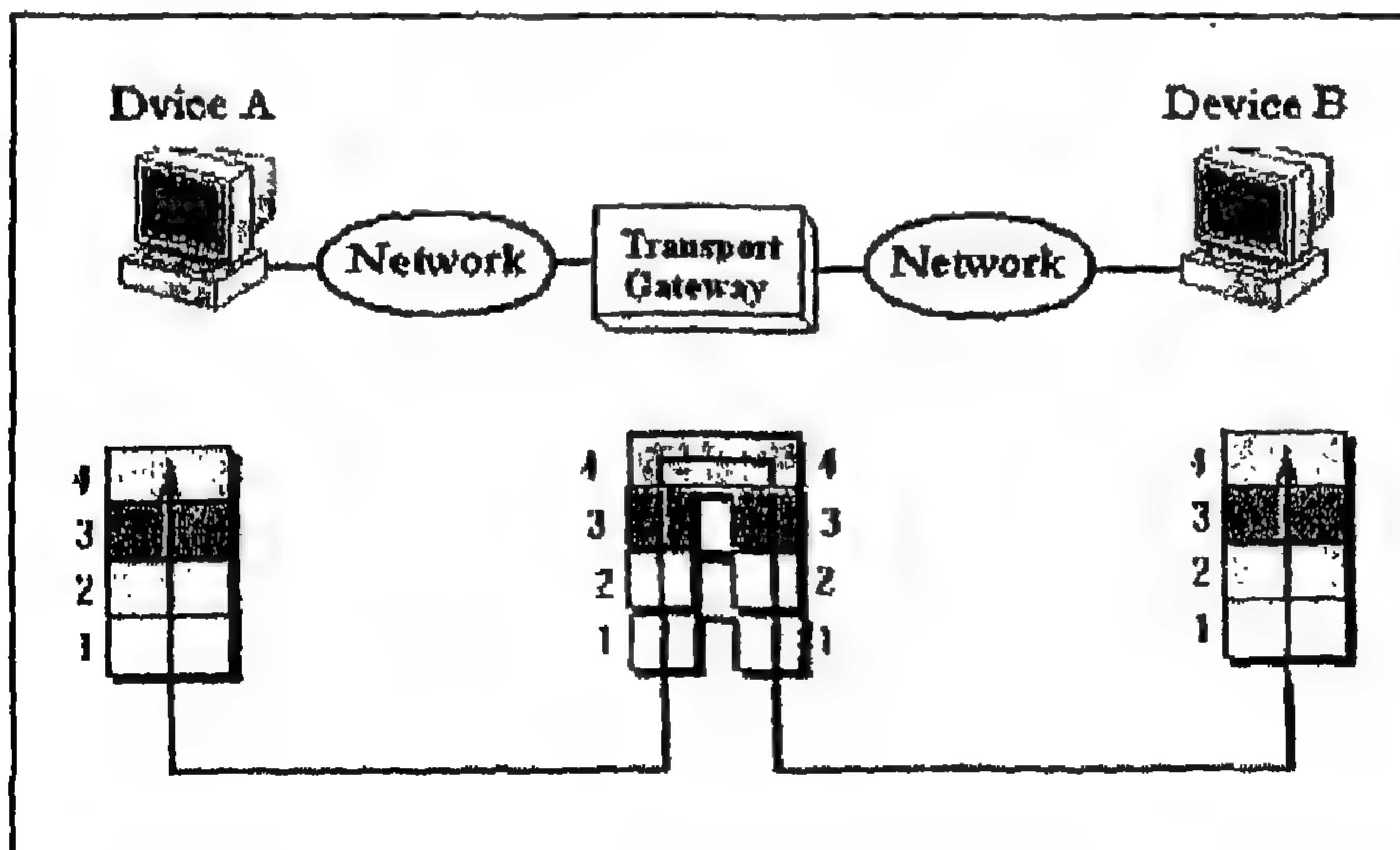
Transport gateway يعمل من خلال طبقات OSI (Physical, data link, Network and transport layers) (شكل رقم 28) حيث أنه يقوم بربط

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

جهاز حاسب يستخدم connection-oriented protocols مختلفة. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام Transport gateway في إجراء محادثة بين حاسبين أحدهما يستخدم connection-oriented TCP/IP protocol والآخر يستخدم connection-oriented ATM transport protocol



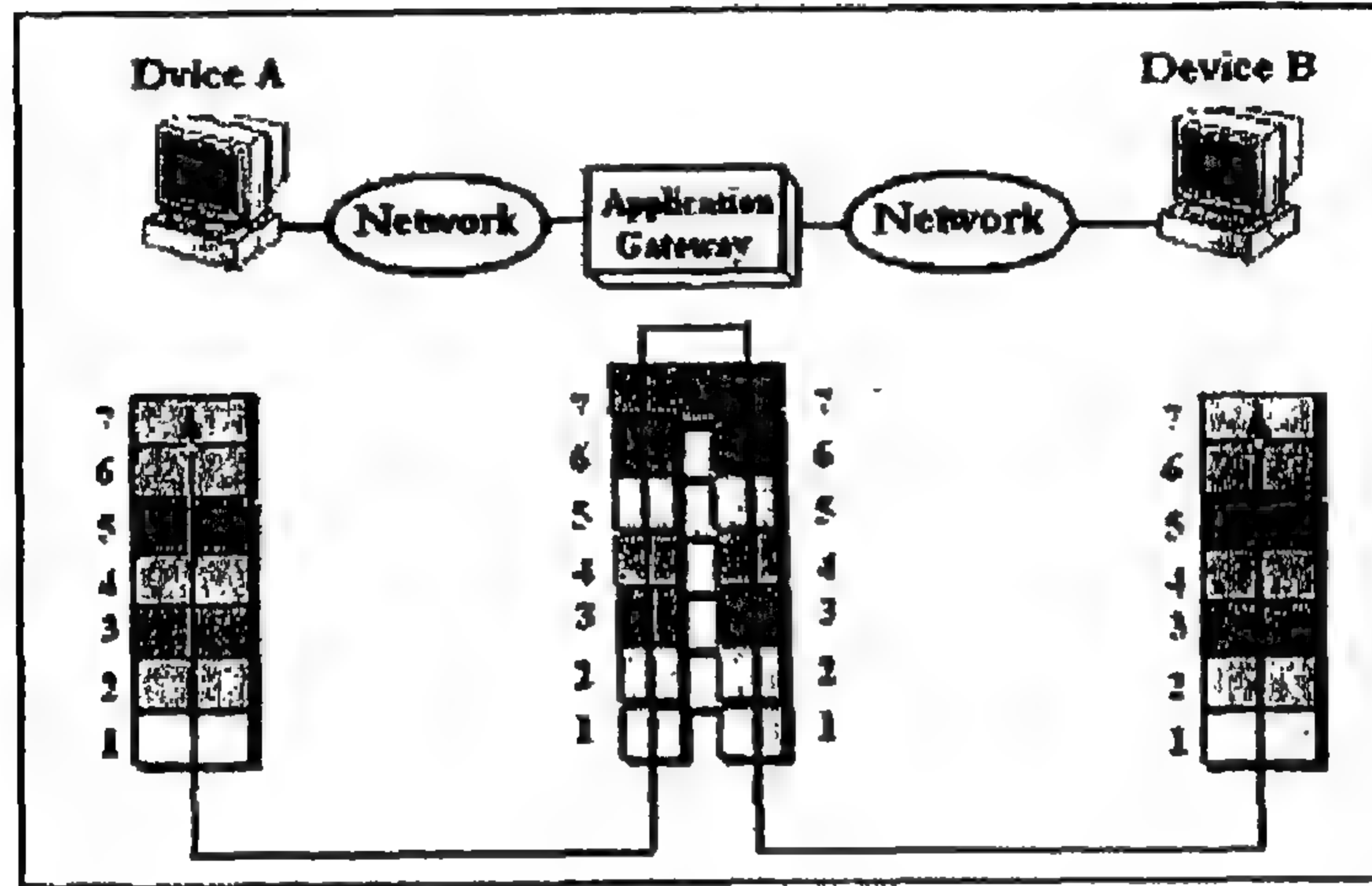
شكل 27 : gateway في ربط شبكة Ethernet مع شبكة Token Ring



شكل 28: عمل transport gateway من خلال طبقات OSI السفلى

Application gateways (b)

Application gateway يعمل من خلال جميع طبقات OSI (شكل 29). Application gateway يمكنه فهم تشكيل packet وترجمته من تشكيل إلى تشكيل آخر. فعلى سبيل المثال فإن E-mail gateway يستطيع تحويل internet message إلى SMS message المستخدمة في التليفونات المحمولة (mobile phones)



شكل 28: عمل Application gateway من خلال جميع طبقات OSI

11.8 أجهزة ومعدات تشبيك أخرى

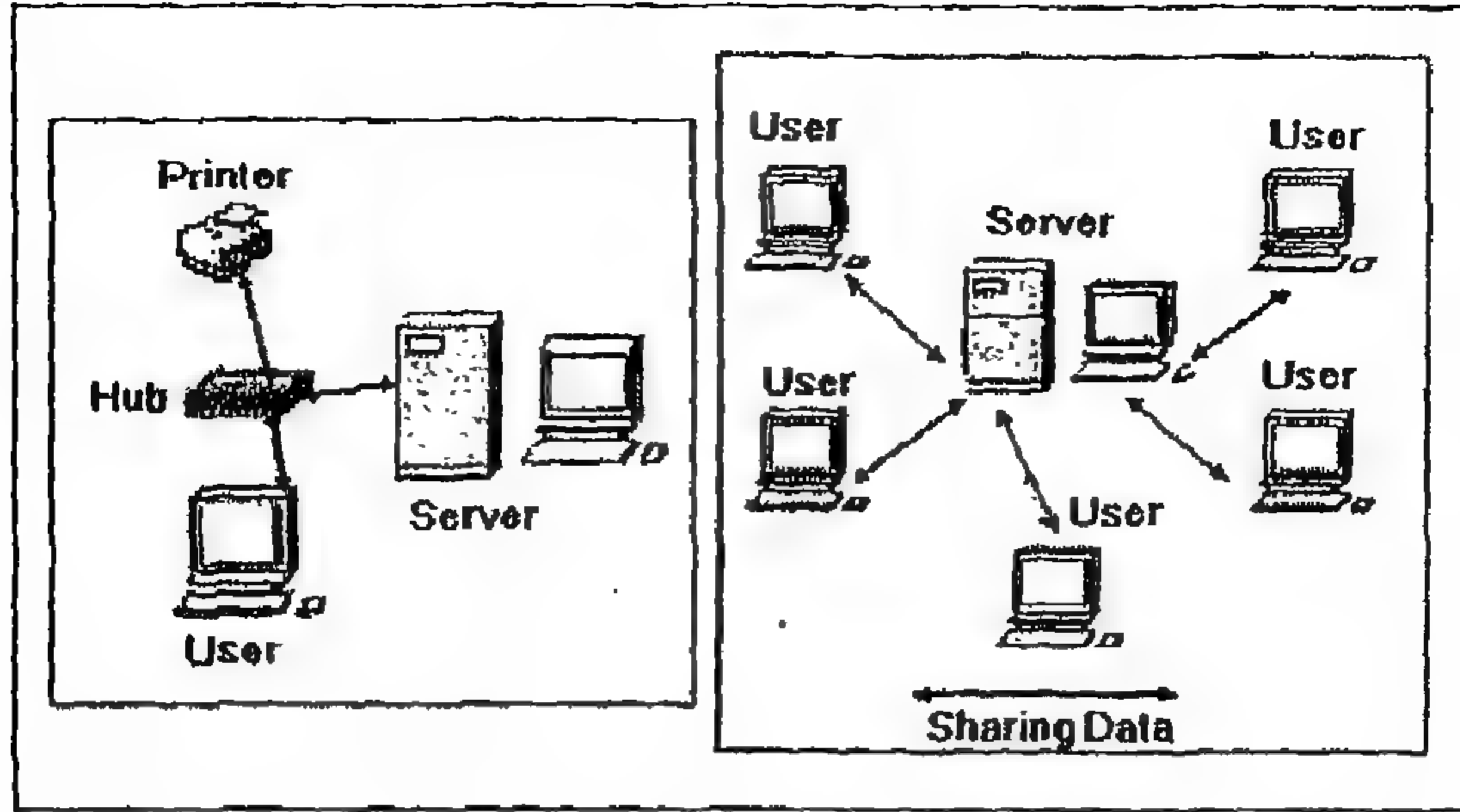
OTHER NETWORKING HARDWARE

يوجد أجهزة ومعدات أخرى تستخدم لربط الأجهزة داخل الشبكة الواحدة

11.8.1 المزود SERVERS

Server هو ذلك الجهاز الذي يمد بخدماته وبياناته (قاعدة المعلومات) إلى مستخدمي الشبكة ويتميز بخصائص السعة التخزينية العالية وسرعة عالية في معالجة البيانات. الشكل رقم 29 يوضح استخدام Server لربط عدد من الأجهزة داخل شبكة

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices



شكل 29: استخدام Server لربط عدد من الأجهزة داخل شبكة

أنواع الخادم Types of Servers

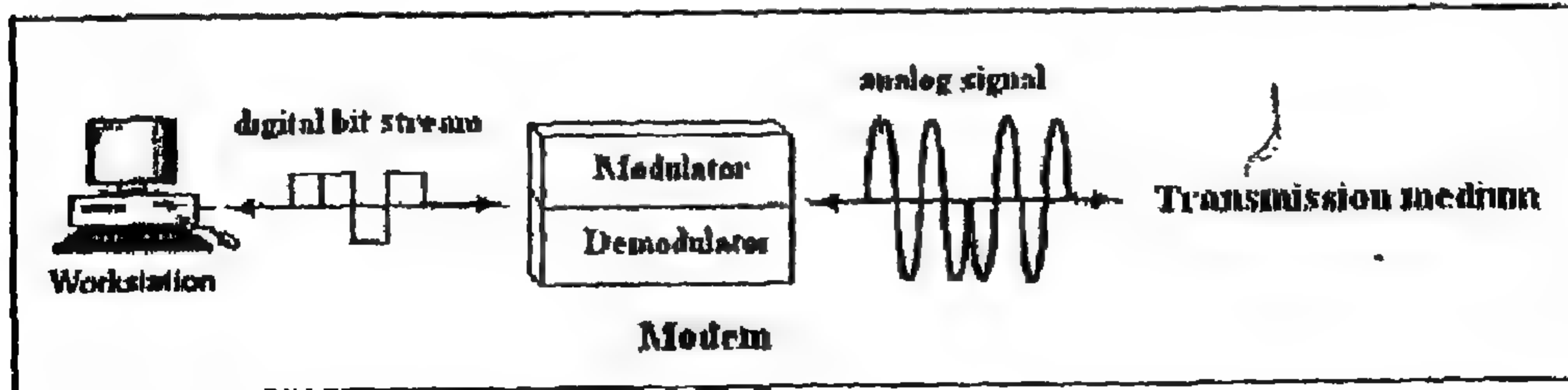
يوجد أنواع عديدة للخادم Server منها:

- File and print servers.
- Data base servers.
- Fax servers.
- Mail servers.

11.8.2 المودم MODEM

هو ذلك الجهاز الذي يقوم بتحويل digital bit stream إلى إشارات متصلة (analog signal) تمهيدا لإرسالها عبر قنوات الاتصال ويقوم أيضا بتحويل الإشارات المتصلة (analog signal) إلى digital bit stream تمهيدا لعرضها على المستخدم. الشكل

رقم 30 يوضح عمل Modem



شكل 30 : عمل Modem

11.9 مقارنات بين أجهزة الربط المختلفة

Repeaters, Hubs Bridges, Switches, Routers, and gateways

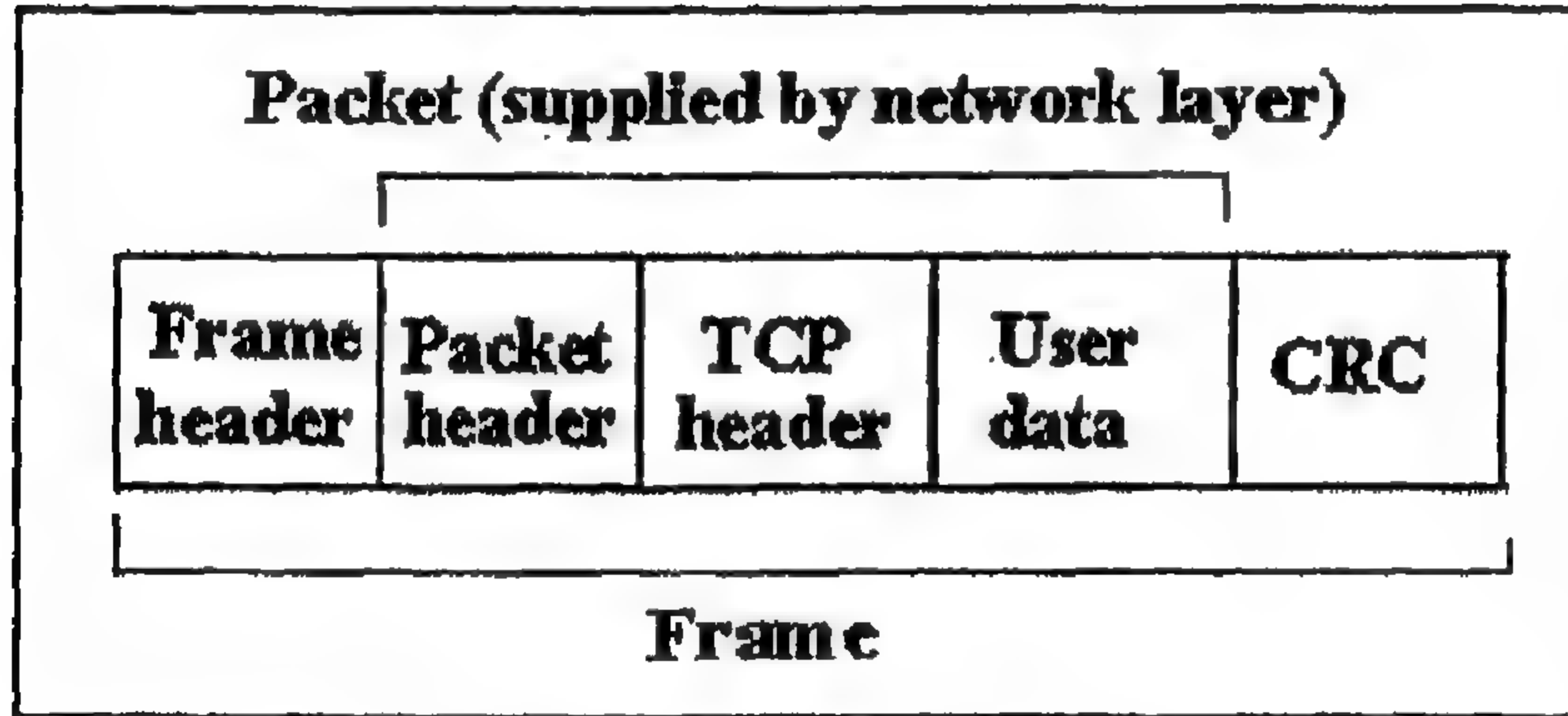
في الجزء التالي سيتم عقد مقارنة بين ماديات وبرمجيات الشبكة وعلاقتها بطبقات OSI. الشكل رقم 31 يوضح محتوى إطار البيانات .

إطار البيانات (frame) يحتوي على:

(1) packet الذي يحتوي على TCP header, Packet header(IP packet) and user data

(2) Frame header

(3) CRC



شكل 31 : محتوى إطار البيانات

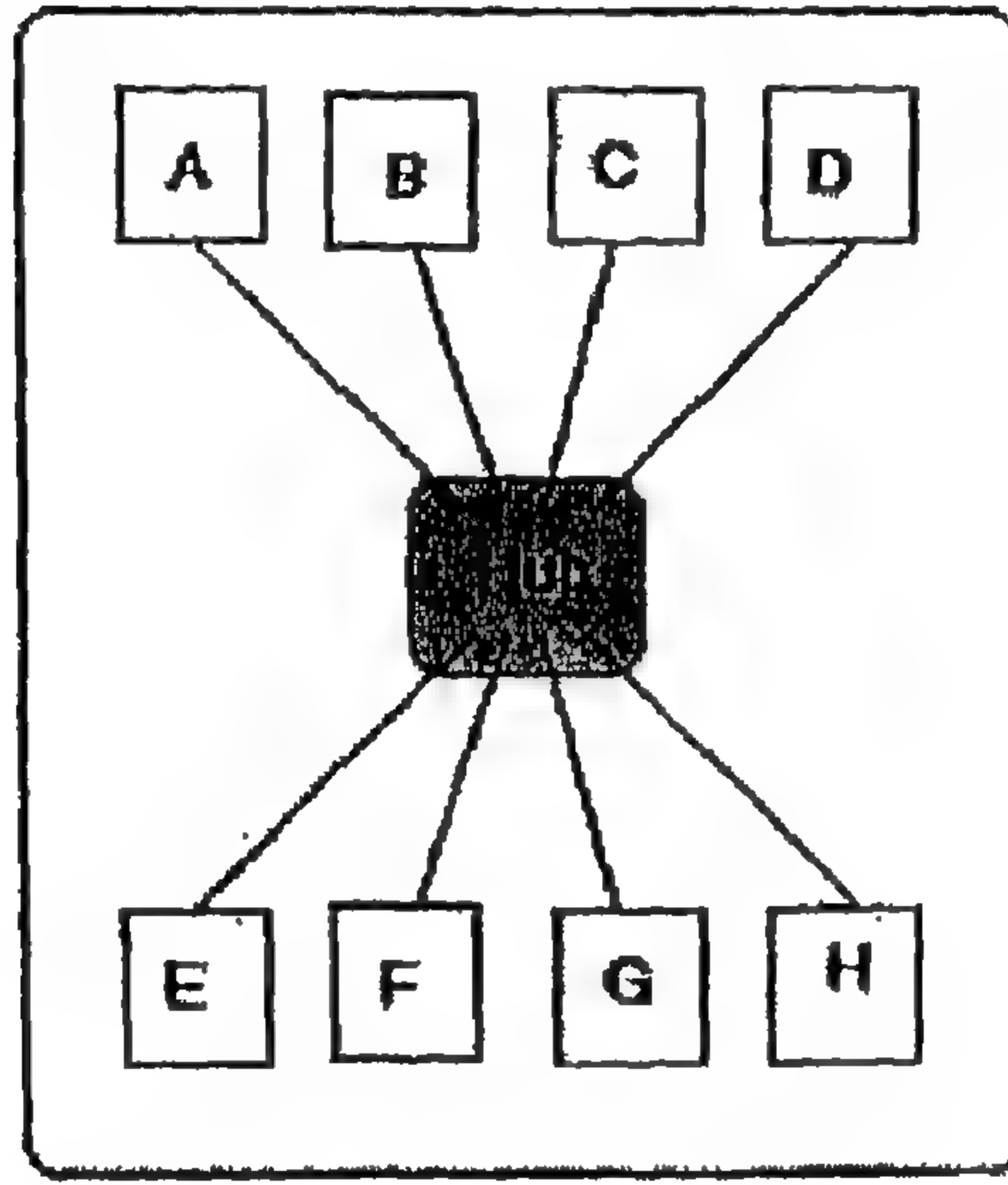
TCP header يضاف بواسطة Transport layer. Packet header (IP packet) يضاف بواسطة Network layer. Frame header and CRC يتم إضافتهما بواسطة Data link layer

في الجزء التالي سنعرض ملخصاً لأجهزة التشبيك وارتباطها بطبقات OSI

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

(1) من أسفل وفي الطبقة المادية نجد **Repeater** حيث أنه يقوم بتوصيل two cable segments. لا يفهم repeater الإطار ولا packet وذلك لأن عملة يرتبط بجهود الإشارات الكهربائية (voltages)

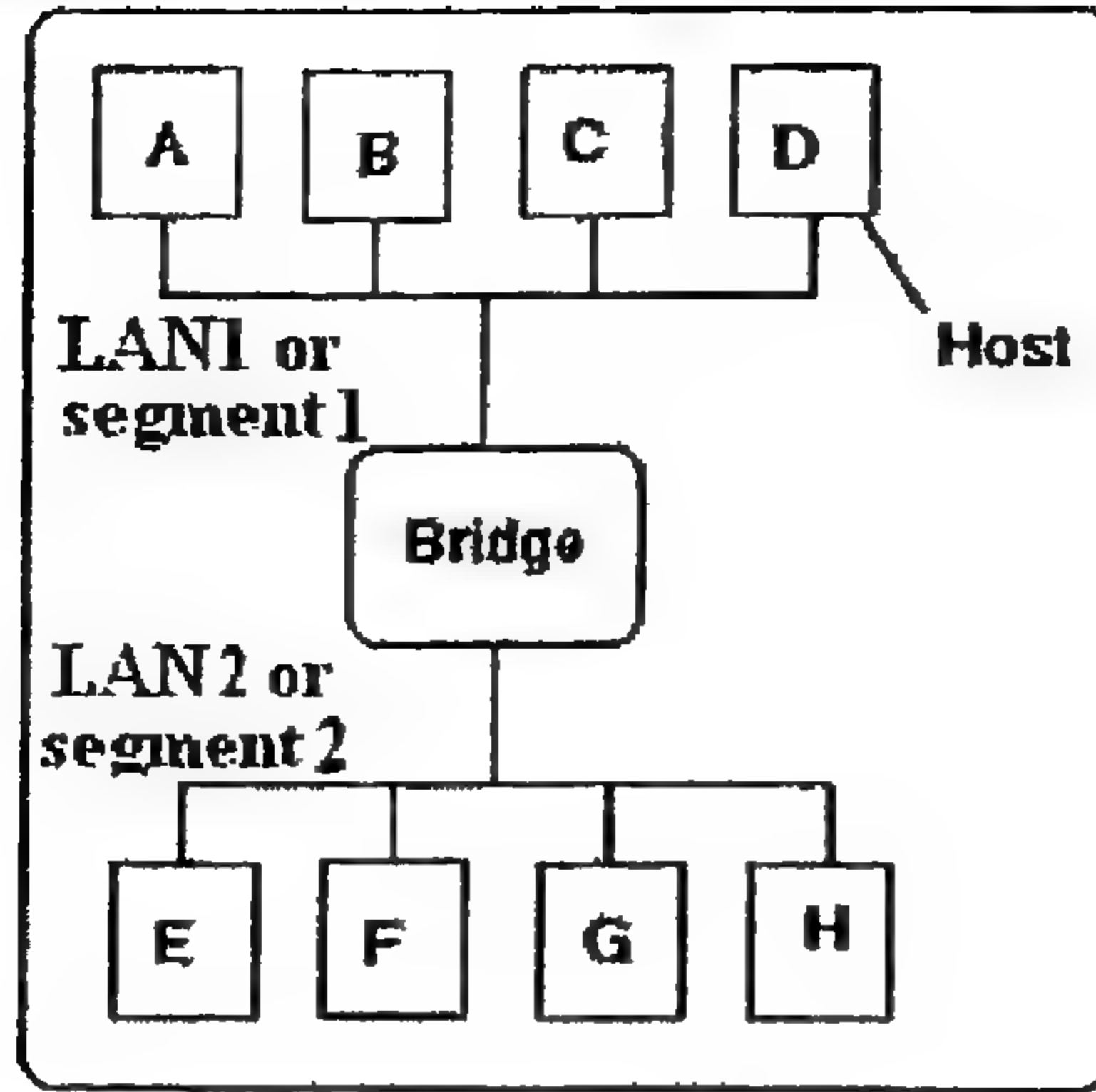
(2) في نفس الطبقة المادية نجد أيضا **Hub** (شكل 32) الذي له عدد من أطراف الدخول التي يتم ربطهم كهربيا (joints electrically). جميع الروابط المتصلة بدخول Hub تعمل على نفس data rate



شكل 32: استخدام Hub في ربط عدة أجهزة من خلال الطبقة المادية

(3) عند التحرك لأعلى نجد طبقة الربط حيث يوجد **Bridges and Switches**.
Bridges: (a) يقوم bridge (شكل 33) بربط عدد من شبكات LANs. عندما يصل الإطار إلى bridge فإن software الخاص ب bridge يستخلص عنوان الوجهة النهائية من frame header ويقارنه بعناوين أقسام جدول الفحص (look-up table) لتحديد اتجاه سريان الإطار

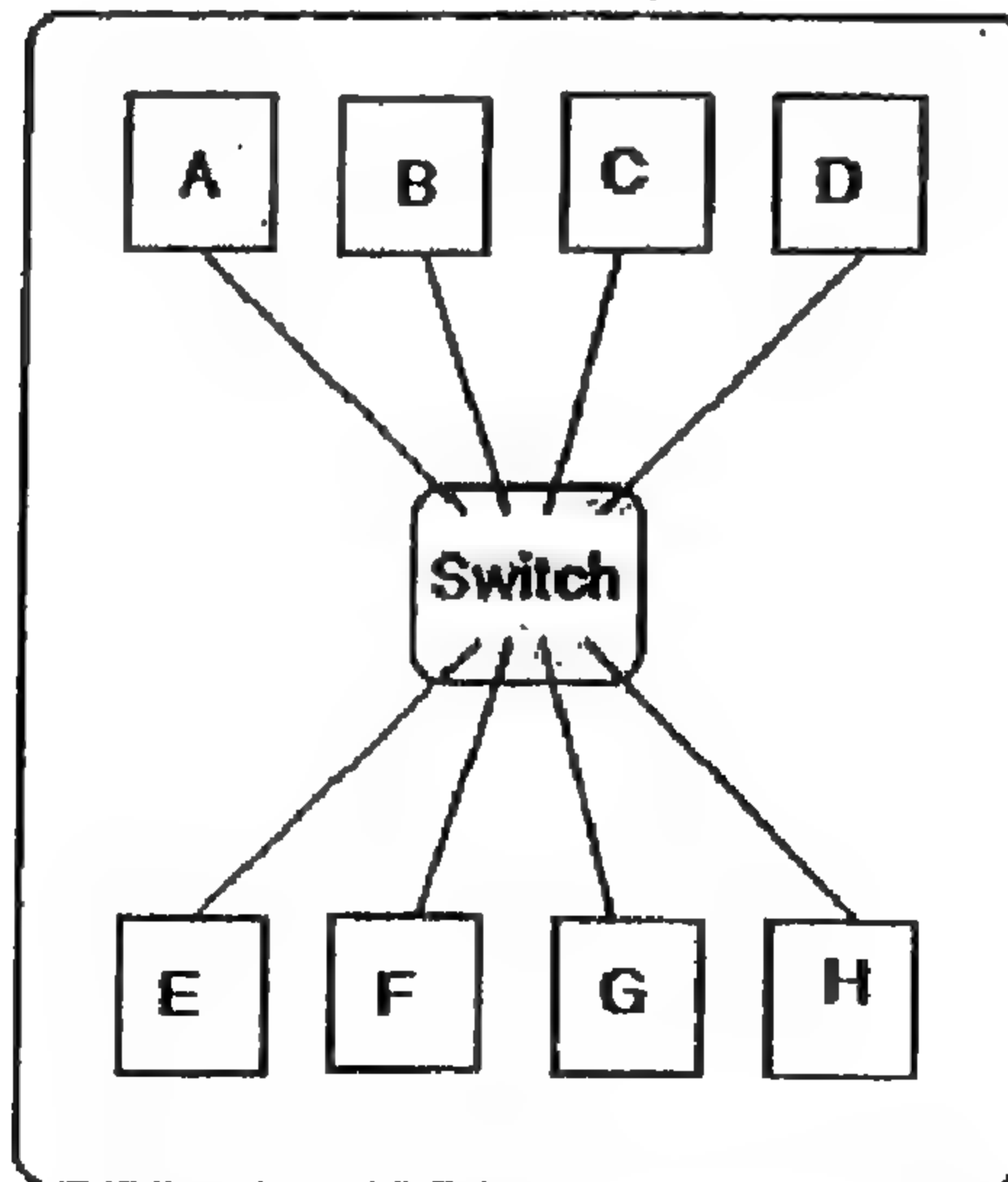
Chapter 11: Networking and Internetworking Devices



شكل 33: استخدام Bridges في ربط شبكات LANs أو عدة أقسام داخل الشبكة الواحدة

Switches (b)

مثل Bridge يقوم Switch بعمل تفسير الإطارات من خلال frame addresses والفارق بينهما أن Switch يمكن أن يقوم بأجراء توصيل مباشر بين الأجهزة (شكل رقم 34)



شكل 34: استخدام Switches في ربط أجهزة داخل الشبكة الواحدة

4) عند التحرك لأعلى نجد Routers

عندما يأتي الإطار إلى router فإن router يقوم بتجريد الإطار من frame header and trailer ثم يقوم بتمرير packet located in the frame's payload field إلى routing software. هذا software يستخدم packet header في اختيار خط الخرج output line. Routing software لا ينظر إلى frame address ولا يعرف هل جاءت packet من LAN or point-to-point line

5) عند التحرك لأعلى نجد Transport gateway الذي يقوم بربط شبكات تعمل على بروتوكولات مختلفة (connection-oriented protocols)

6) وفي النهاية نجد application gateways

Application gateway الذي يقوم بربط شبكات تعمل على بروتوكولات مختلفة (application-oriented protocols) حيث يمكنه فهم تشكيل packet وترجمته من تشكيل إلى تشكيل آخر (application oriented protocols). فعلى سبيل المثال فإن E-mail gateway يستطيع تحويل internet message إلى SMS (Short Message System) المستخدمة في الهواتف المحمولة (mobile phones)

EXERCISES

(1) اختر من العمود الأول ما يناسبه من العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
○ سعة تخزينية عالية و سرعه عالية لمعالجة البيانات	Server
○ هو ذلك الجهاز الذي يقوم بتحويل الإشارات المنطقية إلى إشارات متصلة تمهيدا لإرسالها عبر قنوات الاتصال ويقوم أيضا بتحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات منطقية تمهيدا لعرضها على المستخدم	Modem
○ توصيل قسمان من الأجهزة يعملان على كابلات متشابهة أو مختلفة	Active Hub
○ تكبير الإشارات وإعادة إرسالها إلى مسافات بعيدة	Passive Hub
○ تجميع (التركيز) الإشارات من كل كمبيوتر متصل به ثم يعيد نشر الإشارات ثانية إلى كل الكومبيوترات.	Repeater
○ يستخدم لتوصيل الأجهزة في حالة Star and Tree	Gateway
○ Hub هو جهاز متعدد التوصيلات لربط عدة شبكات	Router
○ يقوم بتوجيه الشارات بدون أي معالجات للإشارة	
○ يقوم باستقبال الإشارات ثم تكبيرها وإعادة إرسالها مرة أخرى وبالتالي يمكن إجراء الاتصالات خلال مساحات واسعة والتغلب على مشاكل الوهن الحادثة في قنوات الاتصال	
○ لا يقوم بتحويل أو ترشيح الإشارة (لا يعالج الإشارة)	
○ لاستخدامه يجب أن يتصل طرفاه بجهازين لهما نفس خاصية (Access method).	
○ يقوم بمعالجة الإشارات (تكبيرها) وإعادة إرسالها	
○ بسهل تغيير و توسعة نظم شبكة الشبكة	

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

<ul style="list-style-type: none"> ○ استخدام مخارج مختلفة لاستيعاب تشكيلة من أنواع الكابلات . ○ يمكن المتابعة المركزية لنشاط الشبكة و المرور. ○ يستخدم لربط عدة أجهزة داخل الشبكة الواحدة . ○ لأجراء الربط بين أكثر من شبكة ○ يستخدم لنقل حزمة إلى الشبكات الأخرى فقط عندما تُعْتَوَّن الحزمة إلى محطة خارج شبكتها بشرط أن يعمل بنفس البروتوكول ○ يستخدم gateway لنقل حزمة إلى الشبكات الأخرى فقط عندما تُعْتَوَّن الحزمة إلى محطة خارج شبكتها بشرط أن يعمل ببروتوكولات مختلفة 	
--	--

(2) ضع الإجابة دائرة حول الإجابة الصحيحة:

- يقوم بإعادة شكل الإشارات قبل توهنها الكامل إلى شكلها الأصلي وبالتالي يمكن توسيع نطاق عمل الشبكة
- a) Hub b) gateway c) repeater d) Amplifier
- تستخدم في إجراء التحكم المروري داخل أقسام الشبكة الواحدة ثم التوزيع الداخلي من خلال العناوين المادية (physical addresses)
- a) Hub b) gateway c) Bridge d) switch
- له سعة تخزينية عالية و سرعة عالية لمعالجة البيانات
- a) Hub b) Server c) client d) Bridge e) switch
- أي من الأجهزة التالية لا يعتبر internetworking devices
- a) Hub b) Gateway c) Router d) All of them are
- أي من الأجهزة التالية يستخدم أكبر عدد من طبقات OSI

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

a) Bridge b) Repeater c) Router d) gateway

○ أي من الآتي يعتبر من أنواع bridge

Simple, complex transparent (a)

Simple, transparent, multiport (b)

Simple, complex, multiport (c)

All of the above (d)

○ أقصر مسار في routing يعتبر

The least expensive path (a)

The least distance path (b)

The path with the smallest number of hops (c)

All of the above (d)

○ يستخدم repeater لأجراء التالي

(a) توصيل قسمان من الأجهزة يعملان على كابلات متشابهة أو مختلفة

(b) إعادة تشكيل الإشارات وذلك لإرسالها إلى مسافات بعيدة

(c) الاثنين معا

(d) لا شيء مما سبق

(3) ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية مع تصحيح العبارة الخاطئة :

○ يستطيع Router الربط بين شبكات Ethernet و Token Ring

○ Switch هو جهاز يعمل على ربط عدة أقسام داخل الشبكة الواحدة

○ يقوم Transport gateway بربط شبكة تعمل على بروتوكول TCP/IP مع شبكة

أخرى تعمل على بروتوكول ATM

○ يقوم Bridge بربط الأجهزة داخل شبكات STAR and TREE

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

- HUB المركزي دائما يكون فعال ويحتوي على repeater لإعادة الإشارة إلى شكلها الأصلي قبل إعادة إرسالها
- يستخدم gateway في نقل حزمة إلى الشبكات الأخرى التي تستخدم نفس البروتوكولات
- عندما يتصل جهازين أو أكثر لتبادل البيانات أو المعلومات فإننا بذلك يكون لدينا internetwork.
- إذا كان هناك عدد كبير من المحطات أو الأجهزة داخل الشبكة فيجب أن تقسم الشبكة إلى مجموعة من الأقسام (segments) التي يتم ربطها بواسطة أجهزة تسمى Hub
- يستخدم Switches في الربط المباشر بين أجهزة الشبكة الواحدة لتحقيق إدارة المرور بين هذه الأجهزة
- يستخدم Bridge في الربط بين أقسام الشبكة الواحدة لتحقيق إدارة المرور داخل الشبكة
- عندما نرغب في ربط أكثر من شبكة لتبادل المعلومات أو المصادر بينها فسيكون لدينا حينئذ ما يسمى network
- Hubs and Repeaters يرتبط بالأجزاء المادية للإشارة وبالتالي يرتبط بالطبقة المادية Physical layer
- Bridges and 2-layer Switches يستخدم بروتوكولات العنوان (addressing protocols) والتي تتعلق بعمليات التحكم في التدفق (Flow control) داخل شبكة LAN وبالتالي فهي ترتبط بطبقة الربط (Data link layer)
- Routers and 3-layer switch يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم نفس البروتوكول وبالتالي يرتبط ب طبقة الشبكات (Network layer).
- Application Gateways يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (connection-oriented protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة transport layer.

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

- Transport Gateways يستخدم لربط عدة شبكات LANs تستخدم بروتوكولات مختلفة (غير متوافقة) خاصة ب (application-oriented protocols) وبالتالي فإنها مرتبطة بطبقة application layer.
- يستخدم Repeater كجهاز إلكتروني للعمل من خلال Physical layer .
- يقوم Repeater باستقبال الإشارات وتهيئتها (بنفس الصورة الأصلية) ثم إعادة إرسالها مرة أخرى وبالتالي يمكن إجراء الاتصالات خلال مساحات واسعة والتغلب على مشاكل الوهن الحادثة في قنوات الاتصال
- Amplifier لا يستطيع الفصل أو التمييز بين الإشارة الأصلية والضوضاء حيث أنه يقوم بتكبير الاثنين معا بنفس نسبة التكبير
- Repeater لا يكبر الإشارة ولكن يقوم بعمل نسخة طبق الأصل من الإشارة الأصلية
(Repeater is a regenerator but not amplifier)
- الهدف الرئيسي من HUB هي تجميع الإشارات من كل جهاز متصل به ثم يعيد نشر الإشارات ثانية إلى جميع الأجهزة.
- يستخدم Bridge لتوصيل الأجهزة في حالة Star and Tree
- Passive Hub يقوم بتوجيه الإشارات بدون أي معالجات للإشارة. يعتبر هذا hub (wiring panels)
- Active Hub يقوم بمعالجة الإشارات وإعادة إرسالها
- يعمل Bridge من خلال الطبقة المادية (Physical layer) وطبقة الربط (data link layer)
- Bridge يمكن أن يقسم الشبكة الكبيرة إلى أقسام صغيرة (Small segments) وذلك لتقليل المسارات داخل الشبكة
- بعكس repeater فإن Bridge يحتوي على logic تمكنه من التحكم في الزحام المروري (traffic control) داخل الشبكة الواحدة وأيضا فصل وعزل الروابط التي بها مشاكل أو معوقات .

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

- عند العمل خلال طبقة الربط Data link layer فان Router يعطى الآن (access) للعنوان المادي (physical addresses) لجميع المحطات على segment المتصل به
- عندما يدخل الإطار إلى Bridge فانه يختبر عنوان الوجهة النهائية (destination) ويوجه الإطار إلى القسم (segment) الذي ينتمي إليه العنوان
- Bridge لا يقوم بأي تعديلات على محتوى (content) أو شكل (format) للإطارات المرسلة. أي أن كل إطار ينتقل خلال أقسام الشبكة الواحدة أو خلال شبكات LANs بنفس bit pattern
- نظراً لأنه من الممكن أن تكون سرعة إرسال الإطارات إلى دخل Bridge أسرع من سرعة إعادة إرسال هذه الإطارات فانه يحتوى على ذاكرة (buffer) لتخزين الإطارات
- يمكن أن يستخدم bridge لربط أكثر من شبكتان LANs
- يجب أن يحتوي Bridge على ذكاء خاص للعنونة والتسيير (addressing and routing intelligence) والذي يمكنه من أن يعرف لأي عناوين داخل الشبكة يتم إمرار الإطارات بالإضافة إلى انه ربما أن يكون هناك أكثر من شبكتان LANs مرتبطة بعدة Bridges وفي هذه الحالة فان الإطار ربما يسير (routing) خلال عدة Bridges خلال رحلته من المصدر إلى الوجهة النهائية
- لاختبار الأقسام فان Hub يحتوي على جدول الفحص (Look-up table) الذي يحتوي على العناوين المادية لكل المحطات المتصلة به حيث أن الجدول يبين لأي قسم تنتمي كل محطة
- Multiport bridge نوع أولي وذلك لأن العناوين تسجل يدوياً
- Simple bridge يقوم ببناء جدول عناوين المحطات (look-up-table) ذاتياً وذلك أثناء انجاز مهامه حيث أنه عندما يتم تركيبه (install) لأول مرة فان جدولته يكون فارغاً

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

- Transparent bridge يستخدم عنوان الوجه النهائية (destination address) لبناء جدولته
- Transparent bridge لديه القدرة على التحديث الذاتي فإذا تغير وضع الأجهزة بالنسبة للأقسام فإنه يقوم بتحديث أوضاع الأجهزة والأقسام على الوضع الجديد
- Switch يعمل مثل Bridge حيث أنهما يقوموا بتسيير الإطارات طبقا frame address
- Switch يقوم بربط أجهزة داخل شبكة LAN أو ربط عدة شبكات LANs LANs أو تقسيم LAN الواحدة إلى عدة أقسام وربط هذه الأقسام
- أطراف switch تتصل مباشرة بكل جهاز وبالتالي يجب أن يحتوي switch على حيز مناسب لعدة كروت بعكس bridge الذي يحتاج إلى حيز أقل للكروت وذلك لأنه يقوم بربط LANs أو segments فقط
- Bridge يعمل من خلال طبقات OSI الثلاث السفلى (Physical, data link and Network layers)
- Routers يقوم بنفس وظائف Bridge and switch ولكنه أكثر تعقيدا وله وظائف أخرى متعددة حيث أنه يتعامل مع عناوين الشبكة ويحتوي على Software يمكنه من تحديد أفضل مسار للإرسال من بين عدة مسارات
- Router تنقل وتستقبل وتبديل الحزم بين عدة شبكات لها نفس البروتوكول
- Gateway يعتبر محول بروتوكولات (protocol coveter) فهو يستطيع استقبال حزمة متهينة (formatted) لأحدى البروتوكولات (مثل AppleTalk) ويحولها إلى شكل آخر لبروتوكول (TCP/IP) قبل نقلها إلى الشبكة الأخرى
- Routers تنقل وتستقبل وتبديل الحزم بين عدة شبكات لها بروتوكولات متعددة
- Router عامة هو Software يتم تركيبه خلال Gateway
- Gateway يفهم البروتوكول المستخدم بواسطة كل شبكة مرتبطة ب Router وبالتالي يكون قادر على ترجمته إلى بروتوكول آخر

Chapter 11: Networking and Internetworking Devices

- Transport gateways تقوم بربط جهازي حاسب (connect two computer) يستخدم connection-oriented protocols مختلفة.
- يمكن استخدام application gateway في إجراء محادثة بين جهازين أحدهما يستخدم connection-oriented TCP/IP protocol والآخر يستخدم connection-oriented ATM transport protocol
- Application gateway يمكنه فهم تشكيل packet وترجمته من تشكيل إلى تشكيل آخر. فعلى سبيل المثال فإن E-mail gateway يستطيع تحويل internet message إلى SMS message المستخدمة في التليفونات المحمولة (mobile phones)
- Server هو ذلك الجهاز الذي يمد بخدماته وبياناته (قاعدة المعلومات) إلى مستخدمي الشبكة ويتميز بالخصائص بسعة تخزينية عالية وسرعه عالية لمعالجة البيانات
- Modem يقوم بتحويل الإشارات المنطقية إلى إشارات متصلة تمهيدا لإرسالها عبر قنوات الاتصال ويقوم أيضا بتحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات منطقية تمهيدا لعرضها على المستخدم

الفصل الثاني عشر الشبكات المحلية **LOCAL AREA NETWORKS** **(LANs)**

12.1 مقدمة

من المعروف أن الشبكات المحلية (Local Area Networks – LANs) هي الشبكات التي تربط عدد مجموعة من الأجهزة خلال مساحة جغرافية محدودة يمكن أن تمثل مبنى أو كلية. في هذا الفصل سيتم دراسة شبكات LANs مع وصف كامل لبناء (عمارة) البروتوكولات (protocols architecture) الشائعة الاستخدام في بناء شبكات LANs

يهيمن على تصميم شبكات LANs أربعة بناءات (four architectures) هي

(1 Ethernet and Fast Ethernet

(2 Token bus

(3 Token ring

(4 Fiber distributed data interface (FDDI)

الثلاث بناءات الأولى تعتبر من معايير منظمة IEEE والتي هي جزء من Project

802 الخاص ب IEEE والذي بدء عام 1985 وذلك لإنشاء المعايير الخاصة بربط

الأجهزة داخل شبكات LANs

وبناء لما سبق فإننا سنناقش في هذا الفصل نموذج جديد منبثق من OSI

model يسمى IEEE 802 reference model يختص بشبكات LAN

12.2 PROJECT 802 (IEEE 802 reference model)

إذا نظرنا إلى هذا النموذج من أسفل إلى أعلى فسنجد وجود الطبقة المادية (physical

layer) لهذا النموذج تتأطر الطبقة المادية (physical layer) في نموذج OSI والتي

تقوم بالوظائف التالية

(1 تشفير وفك تشفير الإشارات Encoding / decoding of signals

(2 تخليق وحذف الديباجة على إطار البيانات وذلك لتحقيق التزامن

Preamble generation / removal (for synchronization)

(3 إرسال واستقبال المعلومات Bit transmission / reception

(4 تحديد مواصفات وسط الإرسال (الرابط) Specification of transmission

medium

(5 تحديد مواصفات هيكل الشبكة Specification of network topology

بالمقارنة بين OSI model and IEEE Project 802 model فسنجد أن طبقة الربط (data link layer) في نموذج OSI قد قسمت إلى طبقتان:

Logical Link Control (LLC) layer (a)

Media Access Control (MAC) layer (b)

واللذان يقومان بوظائف خاصة بمستخدمي شبكات LANs والتي تشمل على:

(1) في الإرسال: تقسيم البيانات إلى إطارات (frames) يحتوي على البيانات الأصلية مضاف إليها مجالات العنوان واكتشاف الأخطاء (address and error detection fields)

(2) في الاستقبال: تجميع الإطارات والتعرف على العناوين وكذلك اكتشاف الأخطاء

(3) السيطرة على عملية الدخول على وسائط النقل الخاصة بشبكة LAN

(Access to LAN transmission medium)

(4) الربط البيني (interface) بين الطبقات العلوية وإجراء التحكم في التدفق والتحكم في الأخطاء

الثلاث وظائف الأولى تتعلق بطبقة MAC والأخيرة تتعلق بطبقة LLC

بصورة عامة فان وظائف طبقة LLC هي :

(1) تقسيم البيانات إلى إطارات (frames) يحتوي على

Logical address ○

Control functions ○

data ○

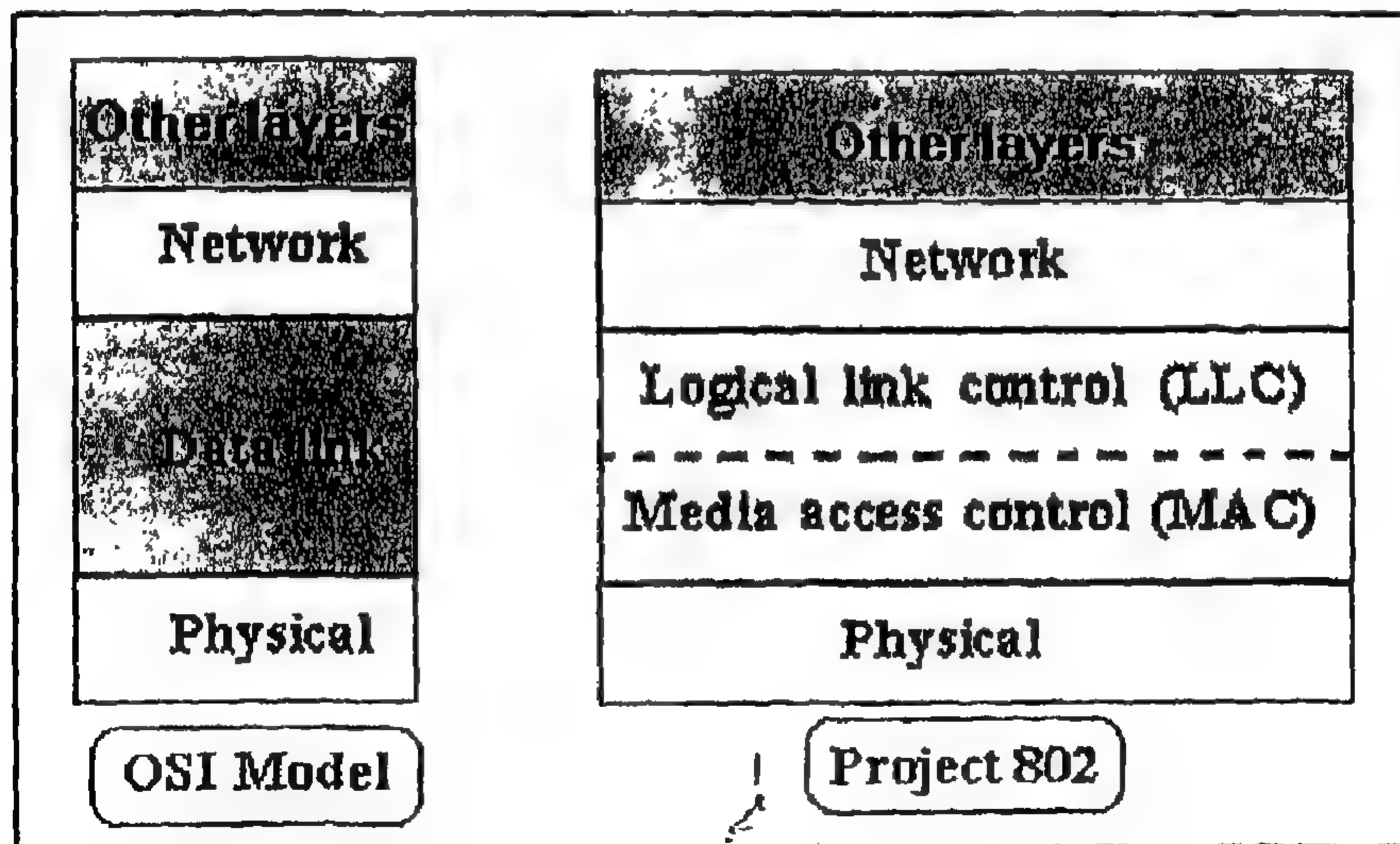
(2) الربط البيني (interface) مع الطبقات العلوية

وظائف طبقة MAC هي: القيام بتوظيف الربط بين الوسائط المشتركة (resolves the connection for the shared media) حيث أنها تحتوي على المواصفات الخاصة ب (synchronization, flag, flow, and error detection) الضرورية لتحريك المعلومات من مكان إلى آخر وذلك بالإضافة إلى العنوان المادي physical address للمحطة التالية الذي يستخدم في تسيير الحزم (routing of packets) هناك بعض الأسباب أدت إلى تقسيم data link layer إلى طبقتين (LLC and MAC) نذكر منها:

(1) المطلب المنطقي والضروري لإدارة الدخول على الوسائط المتقاسمة (manage access to a shared-access media) غير موجود في طبقة data link

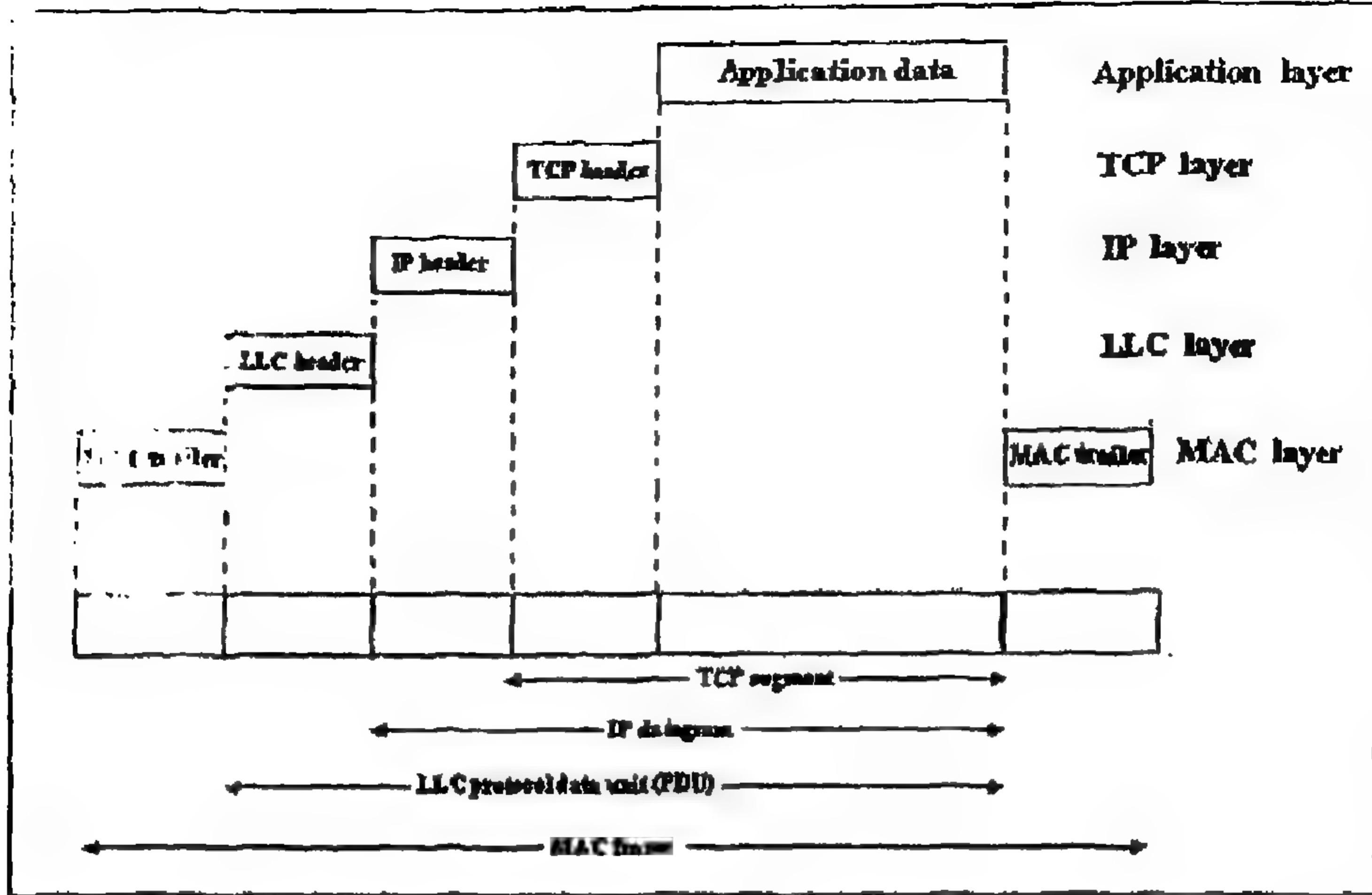
(2) يمكن التزود بعدة خيارات لطبقة MAC لنفس طبقة LLC

الشكل رقم 1 يعقد مقارنة بين نموذج OSI ومشروع (Project 802)



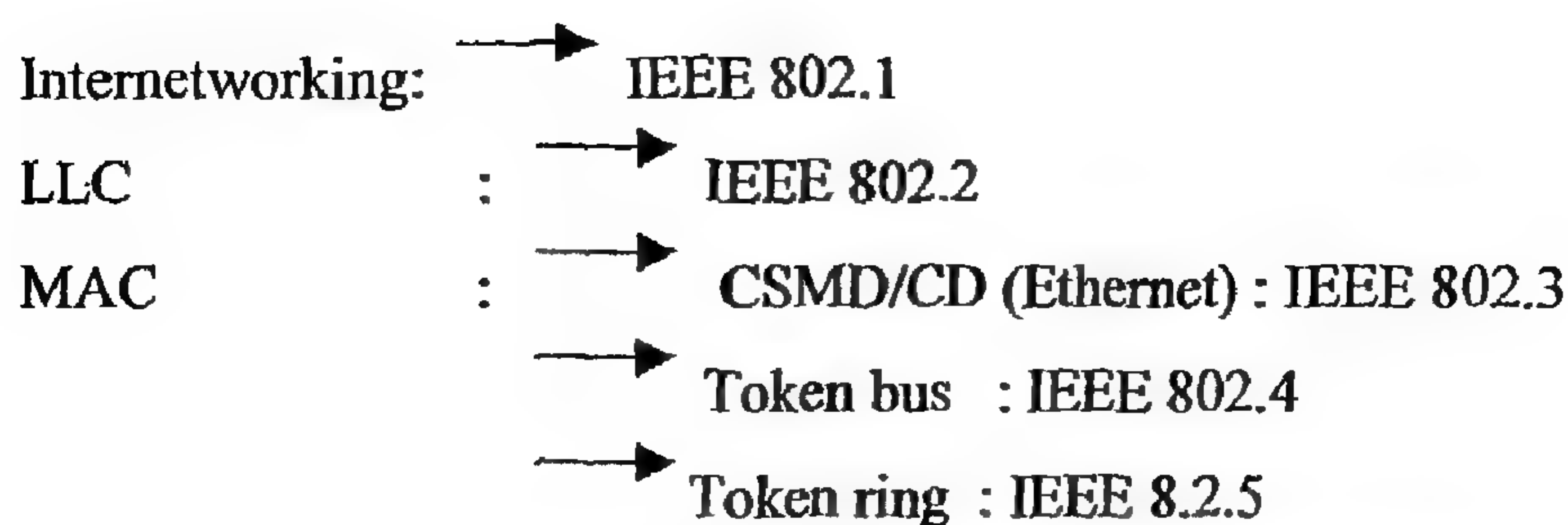
شكل 1 : مقارنة بين نموذج OSI ومشروع (Project 802)

الشكل رقم 2 يوضح سياق LAN protocols (MAC and LLC protocols)

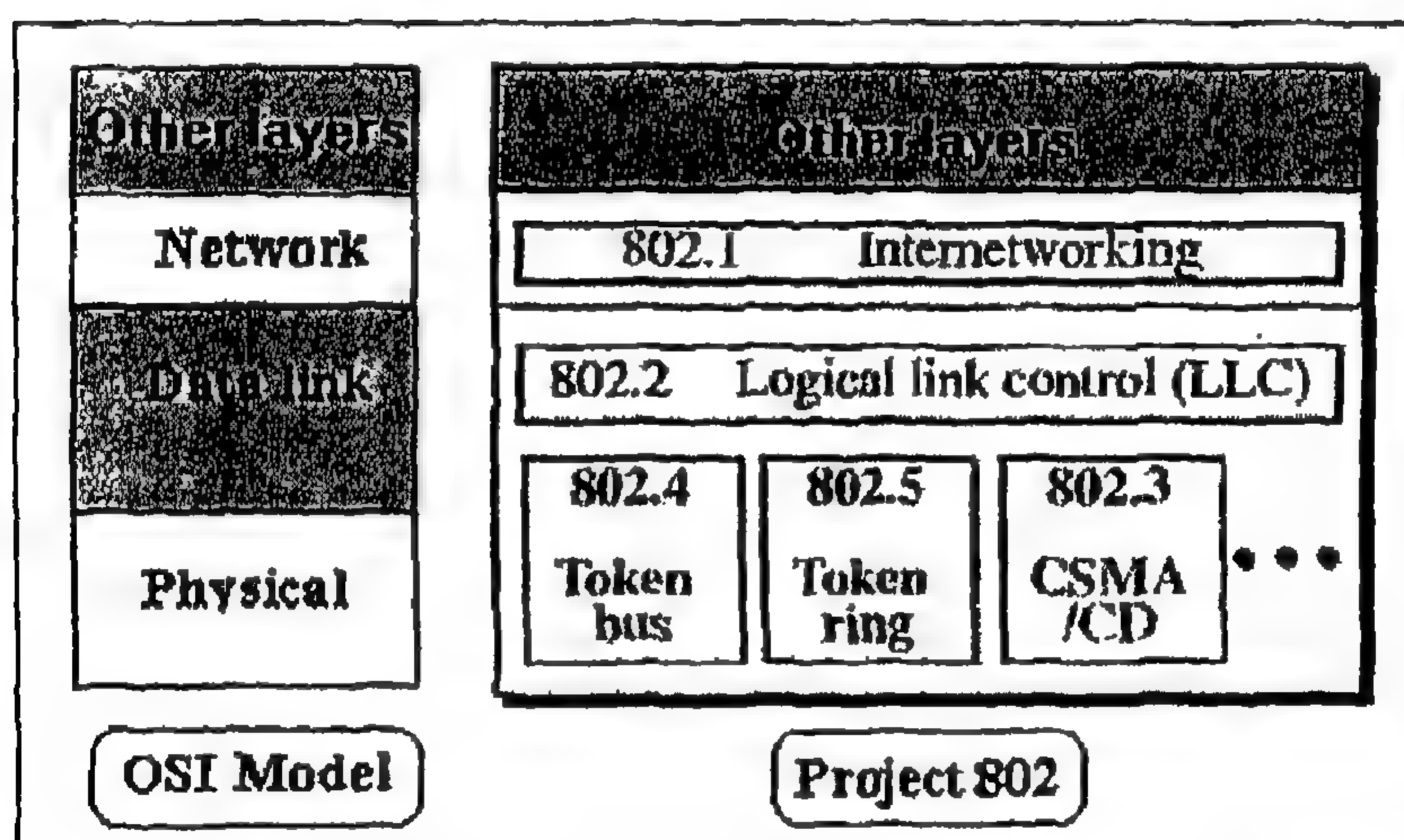


شكل 2: سياق LAN protocols (MAC and LLC protocols)

- User data تمرر لأسفل إلى LLC layer والتي تضيف control information (header) وذلك لتكوين LLC protocol data unit (PDU)
- Control information تستخدم في LLC protocol
- LLC PDU تمرر لأسفل إلى طبقة MAC والتي تضيف control information إلى بداية ونهاية الحزمة (packet) وذلك لتكوين MAC frame
- بالإضافة إلى طبقتي LLC and MAC فان Project 802 يحتوي على قسم خاص internetworking من خلال طبقة network layer . هذا القسم يؤكد على توافق البروتوكولات خلال شبكات LAN ويسمح بتبادل البيانات بين الشبكات الأخرى الغير متوافقة
- قوة Project 902 جاءت من أنه قسم الوظائف الخاصة بشبكات LAN ووضع المعايير اللازمة لهذه الوظائف حيث أنه قام بتعريف كل قسم فرعي (subdivision) بالأرقام التالية



الشكل رقم 3 يوضح أقسام Project 802 والرقم المناظر لكل قسم



شكل 3: أقسام Project 802 والرقم المناظر لكل قسم

الجدول رقم 1 يبين المعايير الخاصة بشبكات LAN (LAN Standards)

Protocol data unit (PDU)

وحدة البيانات في مستوى LLC يسمى protocol data unit (PDU) والذي يحتوي على أربعة مجالات هي:

- Destination service access point (DSAP)
- Source service access point (SSAP)

- Control field
- Information field

جدول 1 : المعايير الخاصة بشبكات LAN (LAN Standards)

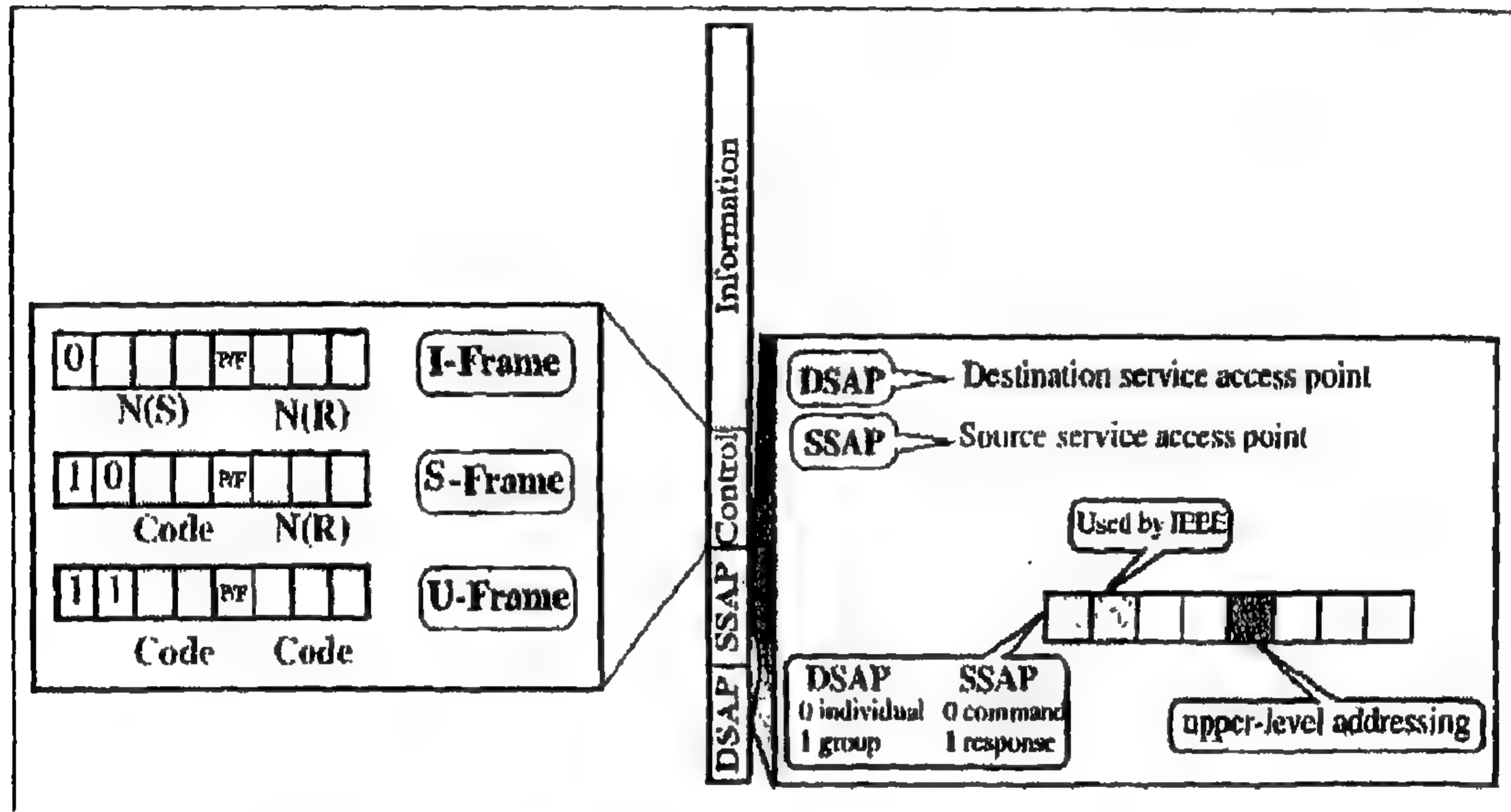
LLC	IEEE 802.2						
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acknowledgments connectionless service ➤ Connection-mode service ➤ Acknowledgments connectionless service 						
MAC	IEEE	CSMA/CD	IEEE	Token bus	IEEE	Token ring	
Physical	802.3	<u>Baseband</u> Coaxial : 10 Mbps Unshielded twisted pair: 10, 100 Mbps Shielded twisted pair : 100 Mbps <u>Broadband</u> Coaxial : 10 Mbps Optical fiber: 10 Mbps	802.4	<u>Broadband</u> Coaxial : 1, 5, 10 Mbps	802.5	Optical fiber : 100 Mbps Unshielded twisted pair : 100 Mbps	
topology	Bus/ Tree/ Star topologies				Ring topology		

DSAP and SSAP (a)

DSAP and SSAP هما عنوانان يستخدمان بواسطة LLC لتحديد protocol stack في أجهزة الإرسال والاستقبال. البت الأول في DSAP يبين هل frame معني بوحدات منفصلة أم مجموعة. البت الأول في SSAP يبين هل :

Communication is a command or response PDU

الشكل رقم 4 يوضح هيئة PDU



شكل 4: هيئة PDU

Control (b)

هذا المجال له ثلاثة أشكال I-frame, S frame and U frame والذين يحملون الشفرات والمعلومات الخاصة بعملية الإرسال. الشكل رقم 4 يوضح control field داخل PDU

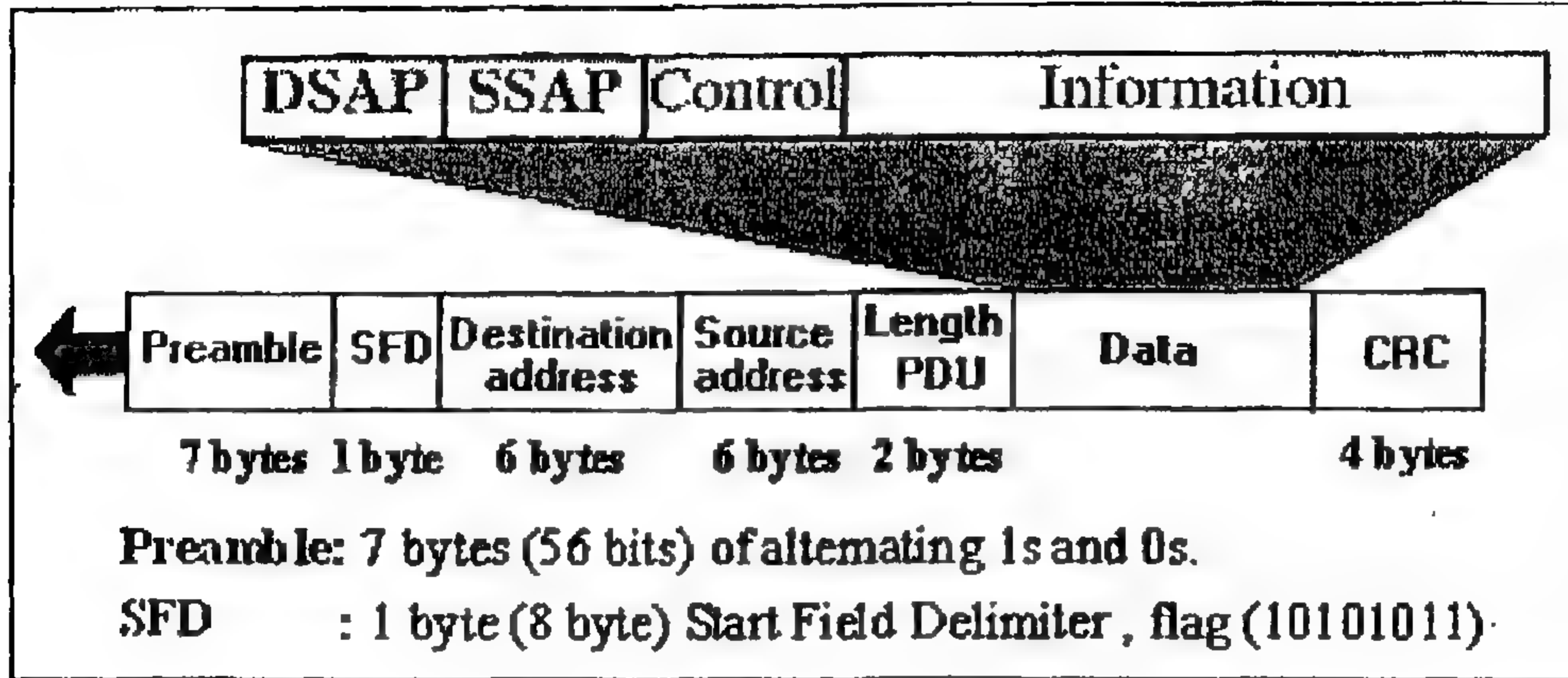
MAC Frame

طبقة MAC تستقبل Block of data من طبقة LLC وتكون مسؤولة عن تنفيذ الوظائف الخاصة ب medium access بالإضافة إلى transmission of data

مجالات إطار MAC (Fields of MAC frame)

IEEE 802.3 حددت 7 مجالات داخل إطار MAC. الشكل رقم 5 يوضح مجالات

MAC frame



شكل 5: مجالات MAC frame

1) المقدمة (النبيلة) Preamble

طول المجال 7 bytes (56 bits) عبارة عن مجموعة من 1's and 0's المتتالية والذي يستخدم بواسطة المستقبل لإتشاء bit synchronization (ينبه المستقبل إلى الإطار القادم وعمل تزامن مع زمن الدخول له (synchronize its input time)

101010..... : provide only an alert and timing pulse

2) مؤشر بداية الإطار (SFD) Start Frame Delimiter

طول المجال 1 byte (10101011) يحدد البداية الحقيقية للإطار

SFD يخبر المستقبل بأن كل ما هو قادم يكون بيانات

3) عنوان الوجهة النهائية (DA) Destination address

طول المجال 6 bytes ويحتوي على physical address للمستقبل المعني بالإطار. إذا كان الإطار (frame/packet) سيعبر من LAN إلى LAN آخر حتى يصل إلى الوجهة النهائية فان مجال DA يحتوي على العنوان المادي الخاص بـ

router والمتصل بين الشبكتين. عندما يصل الإطار (frame/packet) إلى الشبكة المقصودة (target network) فإن DA field يحتوي على العنوان المادي للوجهة النهائية (destination address)

(4) عنوان المصدر Source Address (SA)

طول المجال 6 bytes ويحتوي على العنوان المادي للمحطة التي أرسلت الإطار (last device to forward packet/frame)

(5) طول/نوع PDU (Length/type of PDU)

طول المجال 2 bytes ويحدد عدد bytes الموجودة في PDU القادمة (length of LLC data field). إذا كان طول PDU ثابت (معرف مسبقاً) فإن هذا المجال يمكن أن يستخدم للإشارة إلى نوع البروتوكول أو أساس للبروتوكولات المستخدمة

(6) وحدة البيانات المرسلية LLC data unit (PDU)

يمثل هذا المجال data unit المرسلية بواسطة LLC. PDU يمكن أن تكون من 46 to 1500 bytes

(7) بتات الإسهاب الدوري CRC

طول المجال 4 bytes ويحتوي على معلومات خاصة بكشف الأخطاء

في معظم data link control protocols يكون مسؤولية هذه البروتوكولات ليس فقط اكتشاف الأخطاء باستخدام CRC ولكن أيضاً التغلب على هذه الأخطاء بواسطة إعادة إرسال الإطارات الغير سليمة. في حالة LAN protocol architecture تقسم هاتان الوظيفتان بين طبقتي LLC and MAC حيث أن طبقة MAC تكون مسؤولة عن كشف الأخطاء وعزل الإطارات الغير سليمة وتكون طبقة LLC مسؤولة عن تحديد الإطارات التي تم استقبالها بصورة سليمة وإعادة إرسال الإطارات الغير سليمة

ETHERNET (12.3)

كما ذكرنا من قبل أنه يهيمن على تصميم شبكات LANs أربعة بناءات (four architectures) هي

1 Ethernet (traditional Ethernet, fast Ethernet and gigabit Ethernet)

2 Token bus

3 Token ring

4 Fiber distributed data interface (FDDI)

في هذا الجزء والأجزاء التالية سنتناول بالشرح الثلاث بناءات الأولى من حيث البروتوكولات المستخدمة والمواصفات الخاصة بالبناء وتنفيذ البناء

12.3.1 Ethernet التقليدي (Traditional Ethernet)

من حيث نوع الإشارة وطبيعة التشفير المستخدم فإن IEEE 802.3 عرفت صنفان هما: Baseband and Broadband. كلمة baseband تشير إلى استخدام الإشارات المنقطعة (digital signals) واستخدام تقنية Manchester encoding في التشفير. كلمة broadband تشير إلى استخدام الإشارات المتصلة (analog signals) واستخدام تقنية PSK encoding في التشفير. في حالة bus and tree topologies فإن الوسط الأكثر شيوعاً في الاستخدام هو coaxial cables. الجدول رقم 2 يوضح الفرق بين تقنيتي baseband and broadband عند استخدام coaxial cables في شبكات bus/tree LANs

Baseband LANs

يعرف baseband LAN على أنه النظام الذي يستخدم digital signal والذي يعني أن البيانات المراد إرسالها تحول إلى شكل نبضات جهد (voltage pulses) باستخدام تشفير Manchester and differential Manchester. اتجاه الإرسال يكون

bidirectional (في حالة digital signals) حيث أن الإشارة يتم إدخالها على أي نقطة في الوسط وتسير في كلا الاتجاهين للوصول إلى الطرف الآخر. Digital signal تحتاج إلى bus topology. Digital signals (بعكس analog signal) لا يمكن أن تنتشر (propagate) خلال نقاط متشعبة كما هو الحال في Tree topology. مسار baseband system يمكن أن يمتد إلى عدة كيلومترات فقط وذلك لتجنب الوهن (attenuation) الذي يمكن أن يحدث للإشارة. الاستخدام الأساسي baseband coaxial cable لشبكات bus LAN هو Ethernet system والذي يعمل على 10 Mbps. Ethernet أصبحت أساس المعيار IEEE 802.3.

جدول 2 : الفرق بين تقنيتي baseband and broadband

عند استخدام coaxial cables في شبكات bus/tree LANs

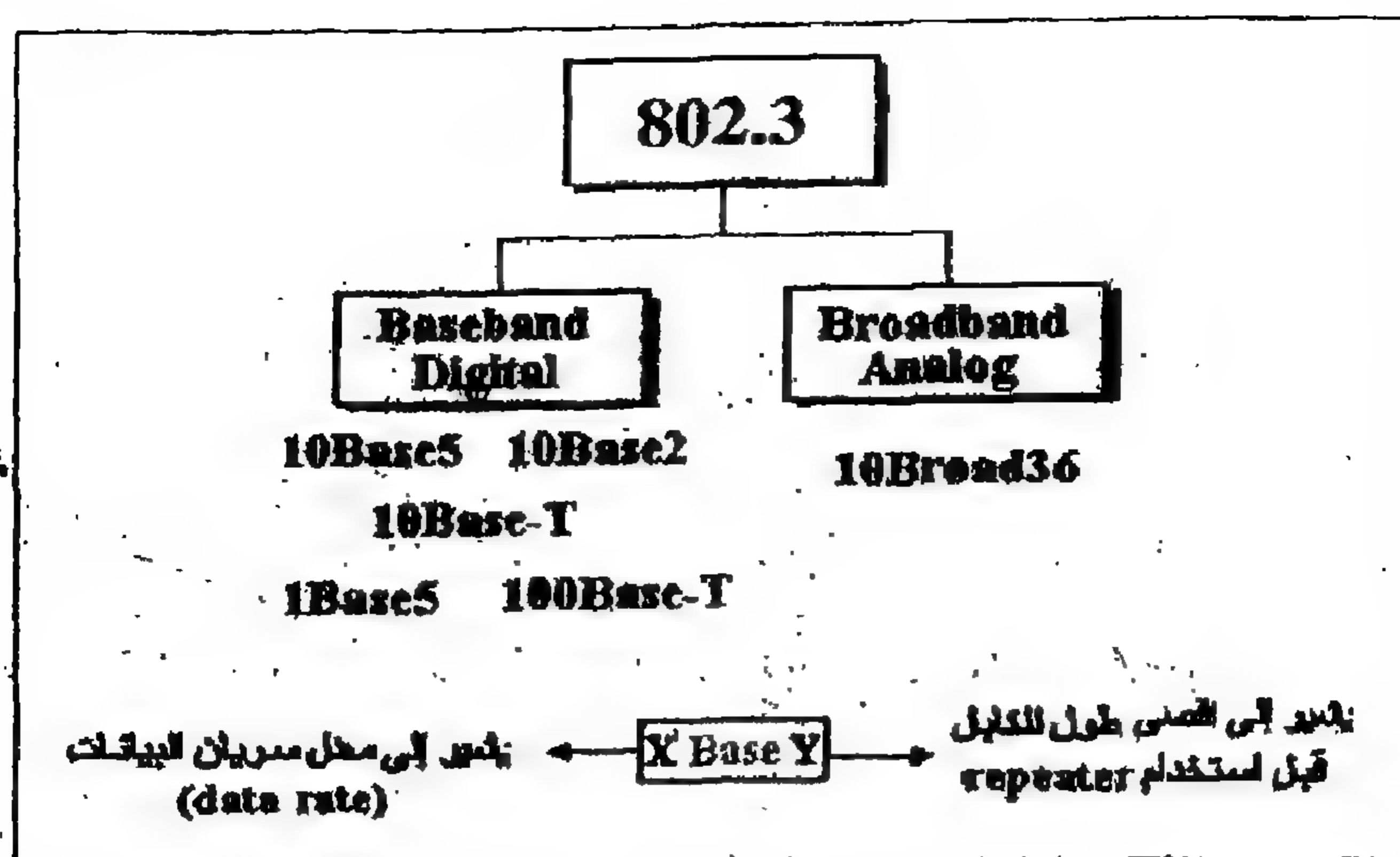
Baseband	Broadband
(1) إشارات رقمية Digital signal	(1) إشارات متصلة Analog signal
(2) لا يستخدم FDM	(2) يستخدم FDM (قنوات متعددة للصوت والصورة)
(3) ثنائي الاتجاه Bidirectional	(3) أحادي الاتجاه Unidirectional
(4) هيكل Bus	(4) هيكل Bus or Tree
(5) المسافة حتى بضعة كيلومترات	(5) المسافة حتى 10 كيلومترات

IEEE قسمت baseband إلى 5 معايير مختلفة:

10Base5, 10Base2, 10Base-T, 1Base5, and 100Base-T

IEEE عرفت نوع واحد فقط للصنف broadband هو 10Broad36. الشكل رقم 6

يوضح معايير baseband and broadband



شكل 6: معايير baseband and broadband

يمكن التغلب على القيد الخاص بأقصى طول للكابلات وذلك باستخدام repeater or bridge

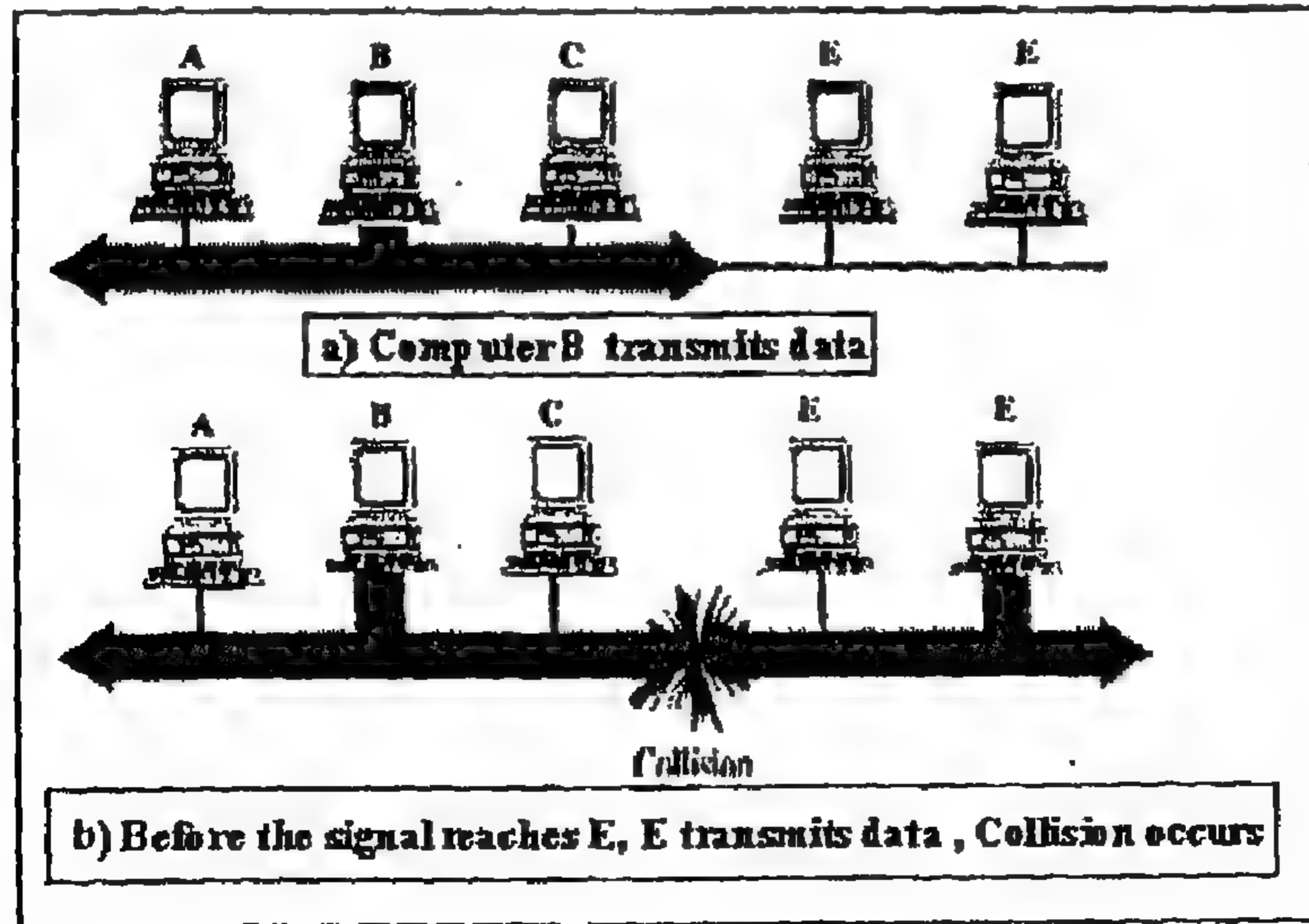
طريقة الدخول على الرابط CSMA/CD : Access method
 التقنية الأكثر استخداما لعملية التحكم في الدخول على الرابط (medium) هي
 Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD). يمكن اعتبار تقنية CSMA/CD على أنها تقنية الدخول العشوائي
 (random access technique) حيث أنه لا يوجد جدول زمني أو وقت متوقع لأي
 محطة لكي ترسل ما لديها من معلومات على الرابط (تستخدم الرابط)
 في تقنية CSMA/CD : الجهاز الذي يرغب في الدخول على الرابط لإرسال
 معلوماته يجب أن يصغي (listen) إلى الرابط لمعرفة هل يوجد استخدام للرابط بواسطة
 جهاز آخر أم لا و يجب عليه الانتظار إذا كان هناك استخدام للرابط من قبل جهاز آخر.
 إذا كان الرابط غير مستخدم (idle) فإن الجهاز يقوم بالإرسال. ربما يحدث في بعض
 الأحيان أن يقوم أكثر من جهاز في الإرسال في نفس الوقت وبالتالي يحدث تصادم

(collision) والذي يؤدي إلى تشويه الرسائل وعدم استلامها بصورة سليمة. لتجنب عملية Collision يجب على المحطة أن تنتظر وقت كافي بعد إرسال إقرار acknowledgment على الرابط ويحسب هذا الوقت على أساس أطول زمن لرحلة الانتشار خلال الرابط فإذا أرسلت المحطة المعنية بالاتصال رد (response) فإن المحطة المرسله تقوم بالإرسال وإلا تنتظر بفرض حدوث collision. الشكل رقم 7 يوضح Collision في CSMA/CD

تقنية CSMA يجب أن يكون لها algorithm لتحديد ما يجب فعله إذا كان الوسط مشغولا. الاتجاه السائد والشائع الاستخدام في IEEE 802.3 هو ما يسمى 1- persistent technique والذي يتلخص في التالي:

إذا رغبت محطة ما في الدخول على الرابط للإرسال فإنها تنصت إلى الرابط وتتبع القواعد التالية

- 1) إذا كان الرابط فارغ (idle) فإنها ترسل وإلا تنتقل إلى الخطوة رقم 2
- 2) إذا كان الوسط مشغولا فيستمر الإتصالات حتى يصبح الرابط idle وبالتالي يتم الإرسال الفوري



شكل 7 : Collision في CSMA/CD

وصف CSMA/CD (Description of CSMA/CD)

بالرغم من أن CSMA/CD أكثر الأساليب كفاءة إلا أنه هناك مشكلة إمكانية حدوث collision بين إطارين وبالتالي فإن الرابط لا يستخدم خلال فترة حدوث collision والتغلب على هذه المشكلة تتبع القواعد التالية

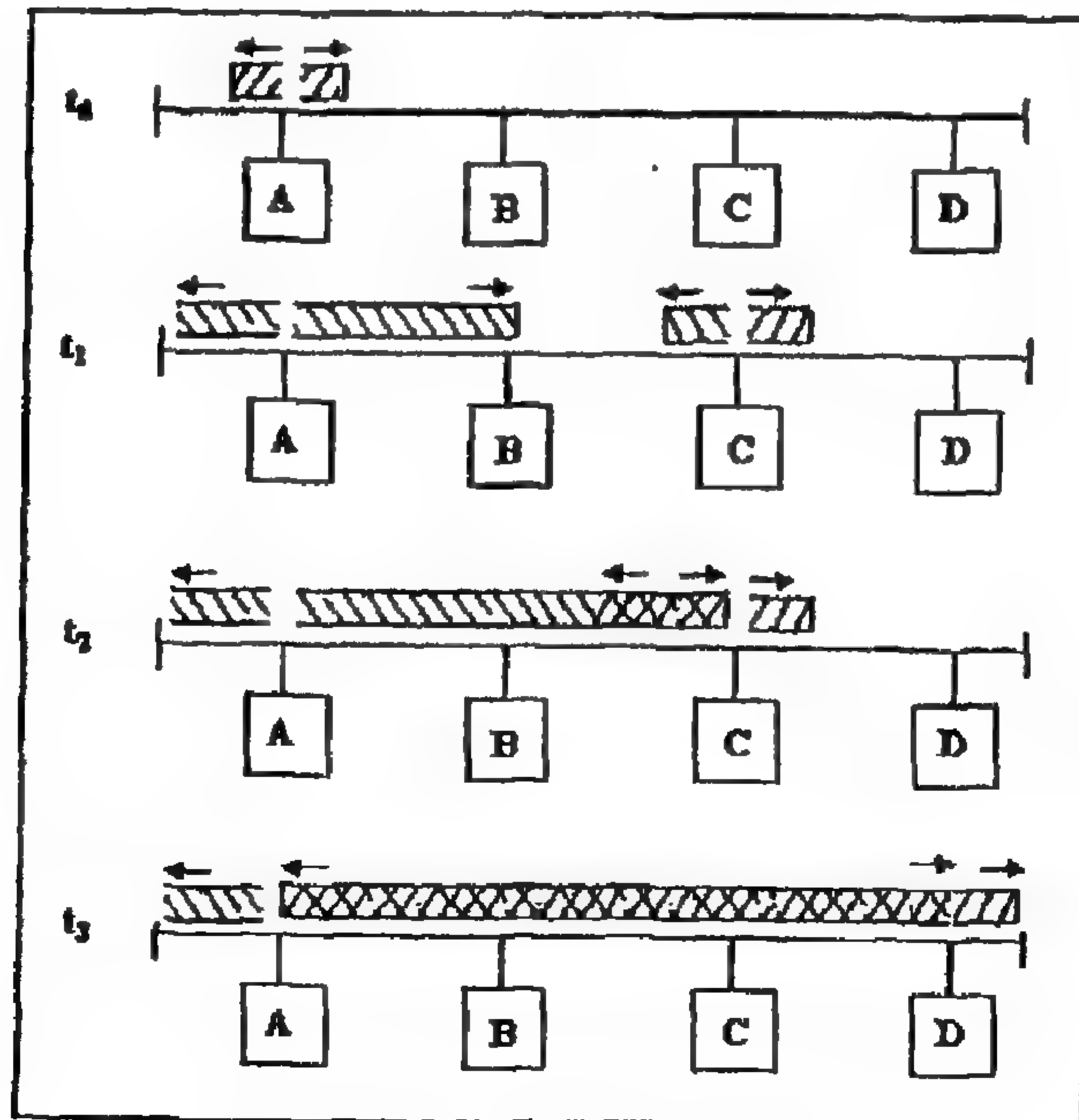
(1) إذا كان الوسط idle فيكون مسموح بالإرسال وإذا كان الوسط مشغولا فننتقل إلى الخطوة التالية

(2) إذا كان الوسط مشغولا (busy) فيستمر الإنصات (listen) حتى يكون الوسط خالي وبالتالي يتم الإرسال

(3) إذا حدث تصادم (collision) خلال الإرسال فإن الجهاز يرسل brief jamming signal لأعلام كل المحطات بوجود collision وبالتالي يمنع استخدام الوسط نهائيا لكل المحطات

(4) بعد إرسال jamming signal ينتظر الجهاز لفترة غير محددة ثم يعاود المحاولة مرة أخرى بدء من الخطوة 1

الشكل رقم 8 يوضح عملية CSMA/CD



شكل 8: عملية CSMA/CD

- (1) عند الزمن t_0 : المحطة A تبدأ في إرسال packet حيث أنه معنون إلى المحطة D
- (2) عند الزمن t_1 : كلا من المحطتين B and C يكونا جاهزين للإرسال. المحطة B تشعر بعدم وجود إمكانية الإرسال ولا ترسل. المحطة C ما زالت غير مدركة لإرسال المحطة A وبالتالي تقوم بإرسال ما لديها
- (3) عند الزمن t_2 : إرسال المحطة A يصل إلى المحطة C والمحطة C تكتشف وجود collision وتكف عن الإرسال
- (4) تأثير Collision ينتشر للخلف إلى المحطة A حيث أنها تكتشف ذلك بعد وقت متأخر عند الزمن t_3 وعندئذ تمنع المحطة A من الإرسال

مواصفات IEEE 802.3 10-Mbps

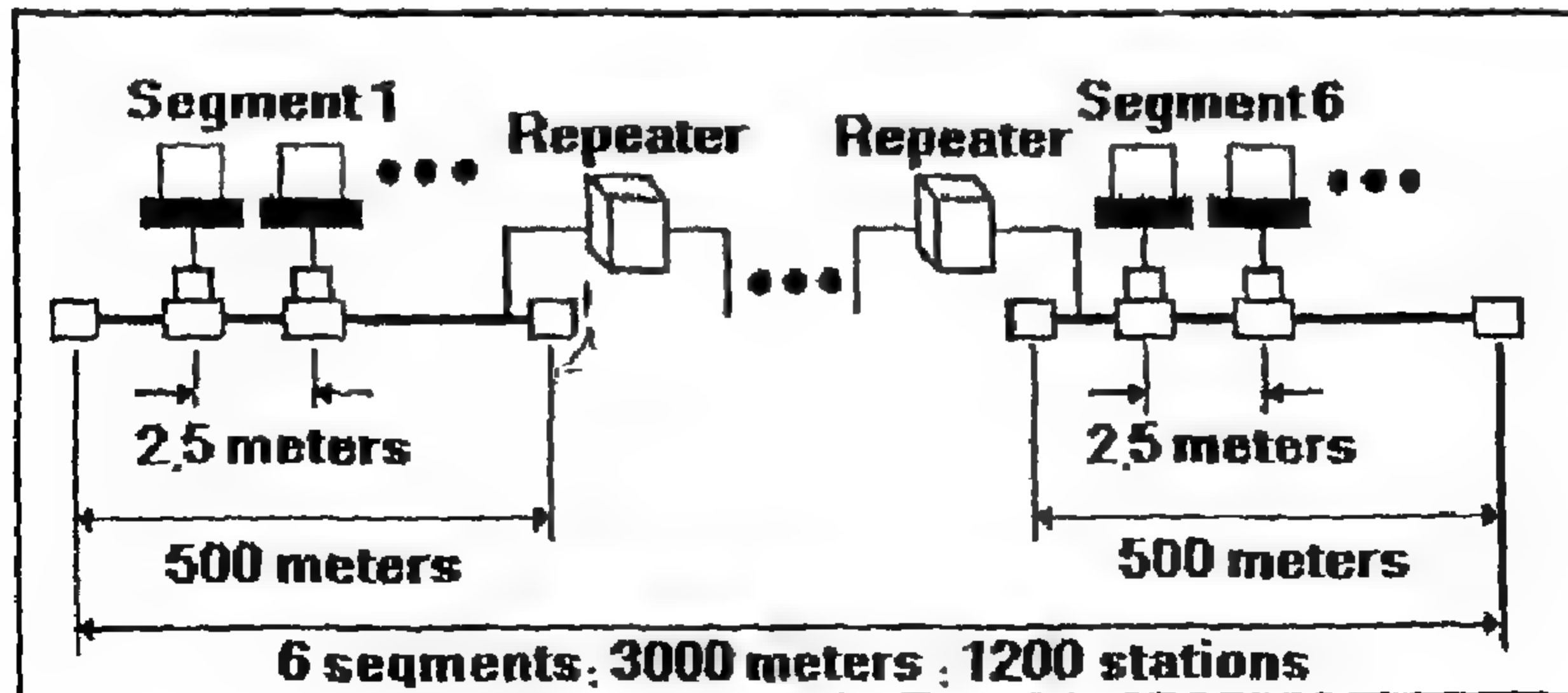
بالرغم من أن IEEE project 802 standard ركز على data link layer for OSI model إلا أن mode 802 عرف أيضا بعض المواصفات المادية لكل البروتوكولات المعرفة في MAC layer

في IEEE 802.3 standard فان IEEE عرفت نوع الكابلات وطريقة التوصيل والإشارات المستخدمة ل 5 different Ethernet implementations وهم:

10Base5 (thick Ethernet), 10Base2 (thin Ethernet), 10Base-T (twisted-pair Ethernet), 10Broad36, and 10Base-F

الجدول رقم 3 يوضح IEEE 802.3 10Mbps physical layer medium alternatives

الشكل رقم 9 يوضح Ethernet segments

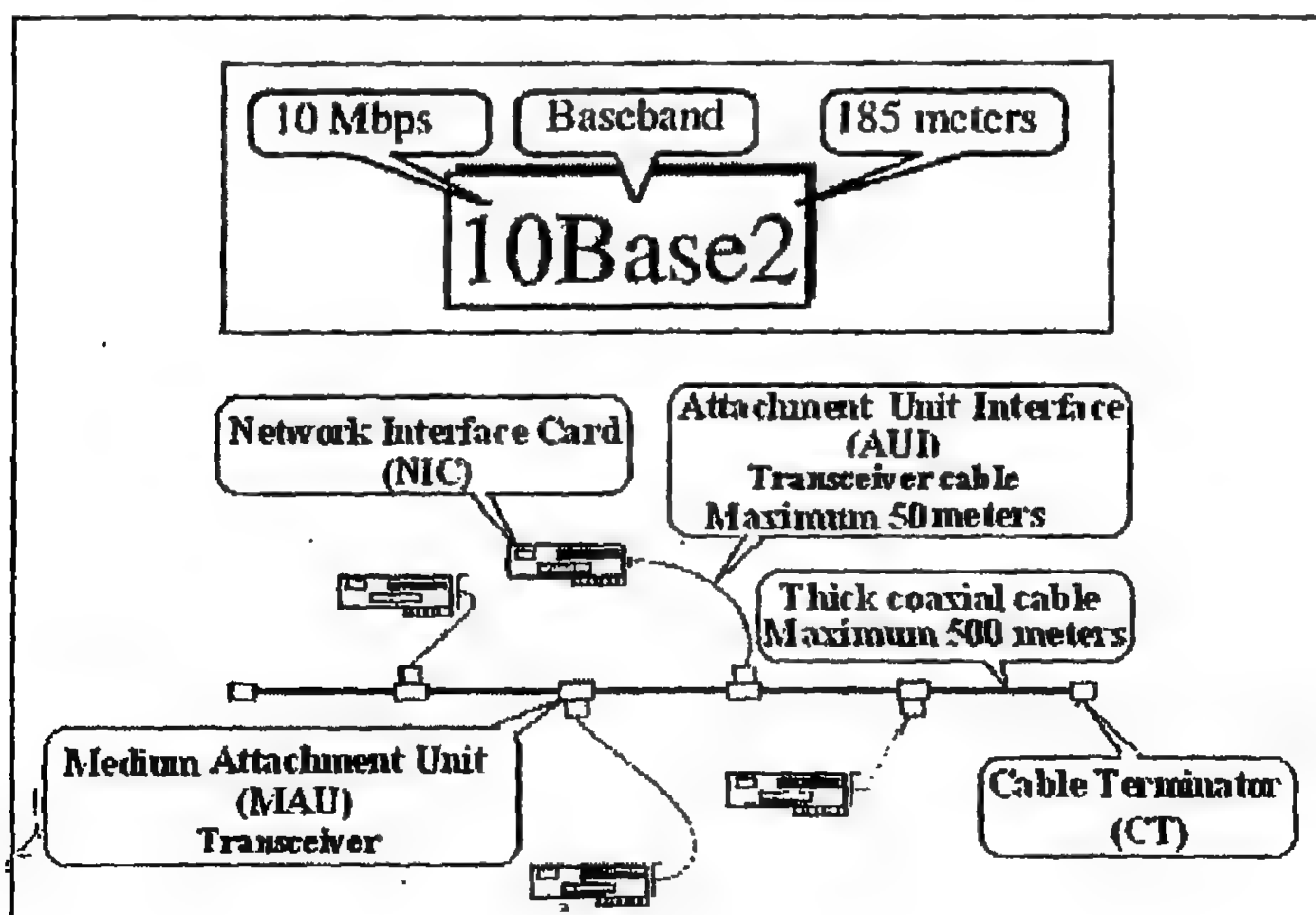


شكل 9 : Ethernet segments

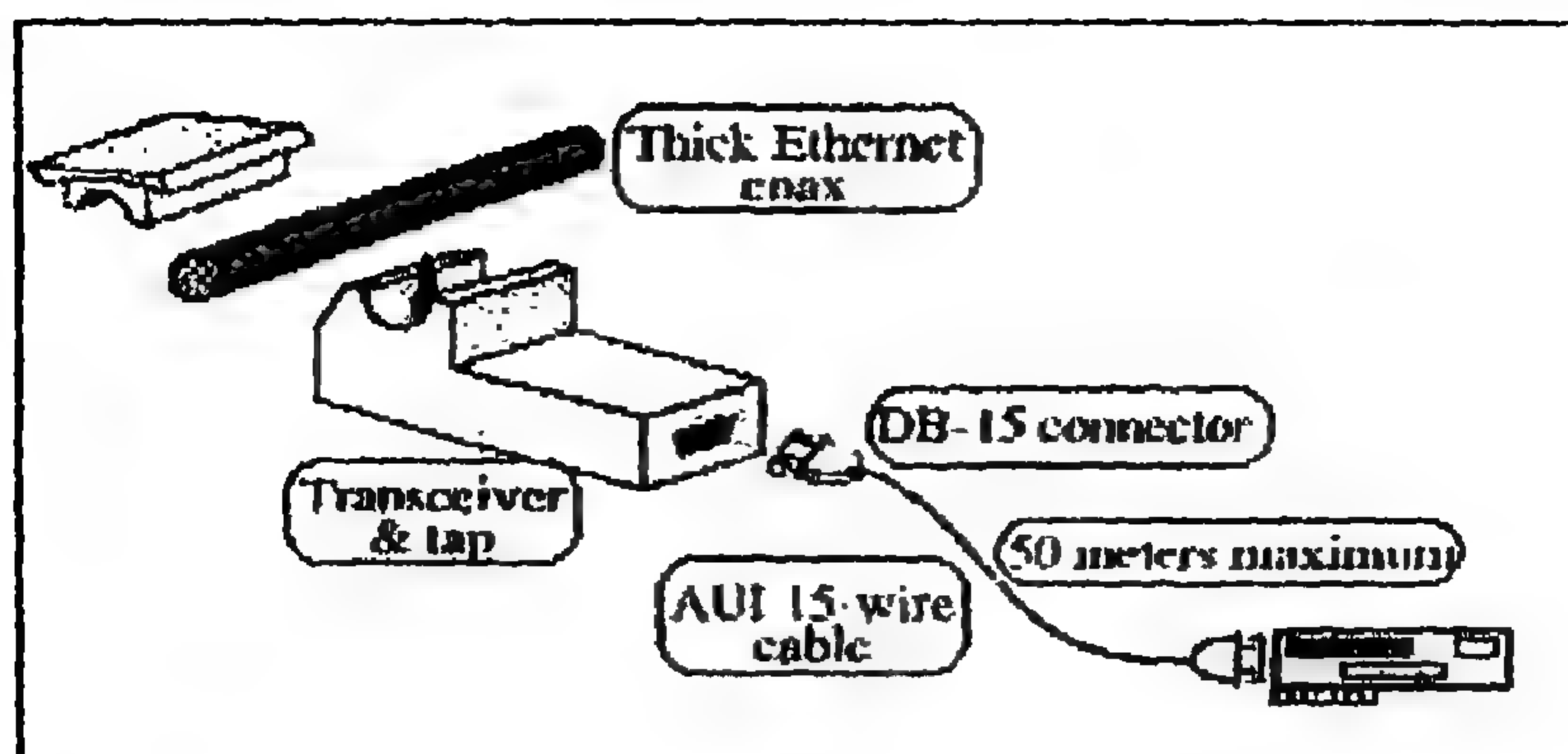
جدول 3 : IEEE 802.3 10Mbps physical layer medium alternatives

	10Base5	10Base2	10Base-T	10Broad36	10Base-FP
Transmission medium	Coaxial Cable (50 ohm)	Coaxial Cable (50 ohm)	Unshielded twisted pair	Coaxial Cable (75 ohm)	850 mm optical fiber pair
Signaling technique	Baseband (Manchester)	Baseband (Manchester)	Baseband (Manchester)	Broadband (DPSK)	Manchester / On-off
Topology	Bus	Bus	Star	Bus/Tree	Star
Maximum cable segment length (m)	500	185	100	1800	500
Nodes per segment	100	30	-	-	33
Cable diameter (mm)	10	5	0.4-0.6	0.4-1.0	62.5/125 μ m

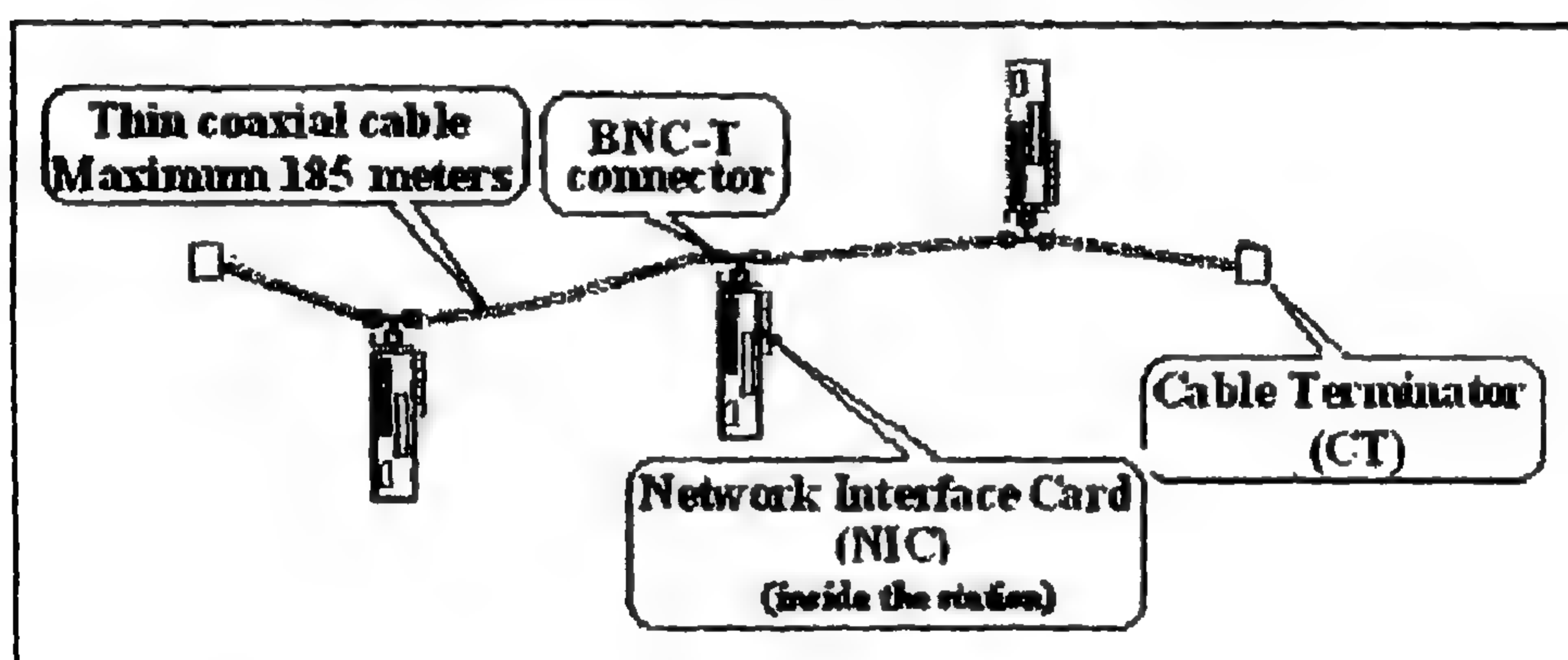
الاشكال رقم 10 – 14 توضح topology للأنواع الموضحة بالجدول رقم 3



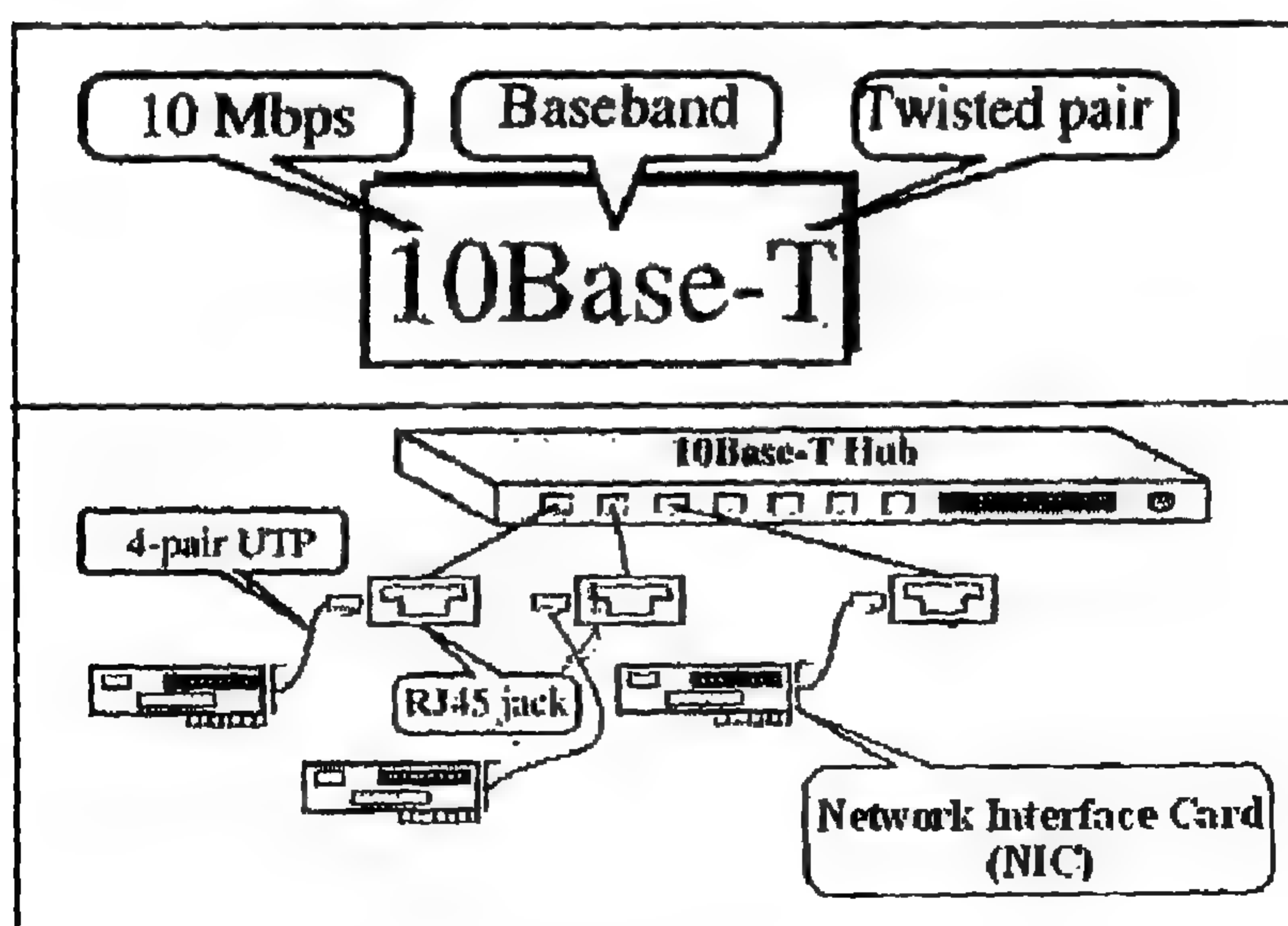
شكل رقم 10 : Topology of 10BASE5



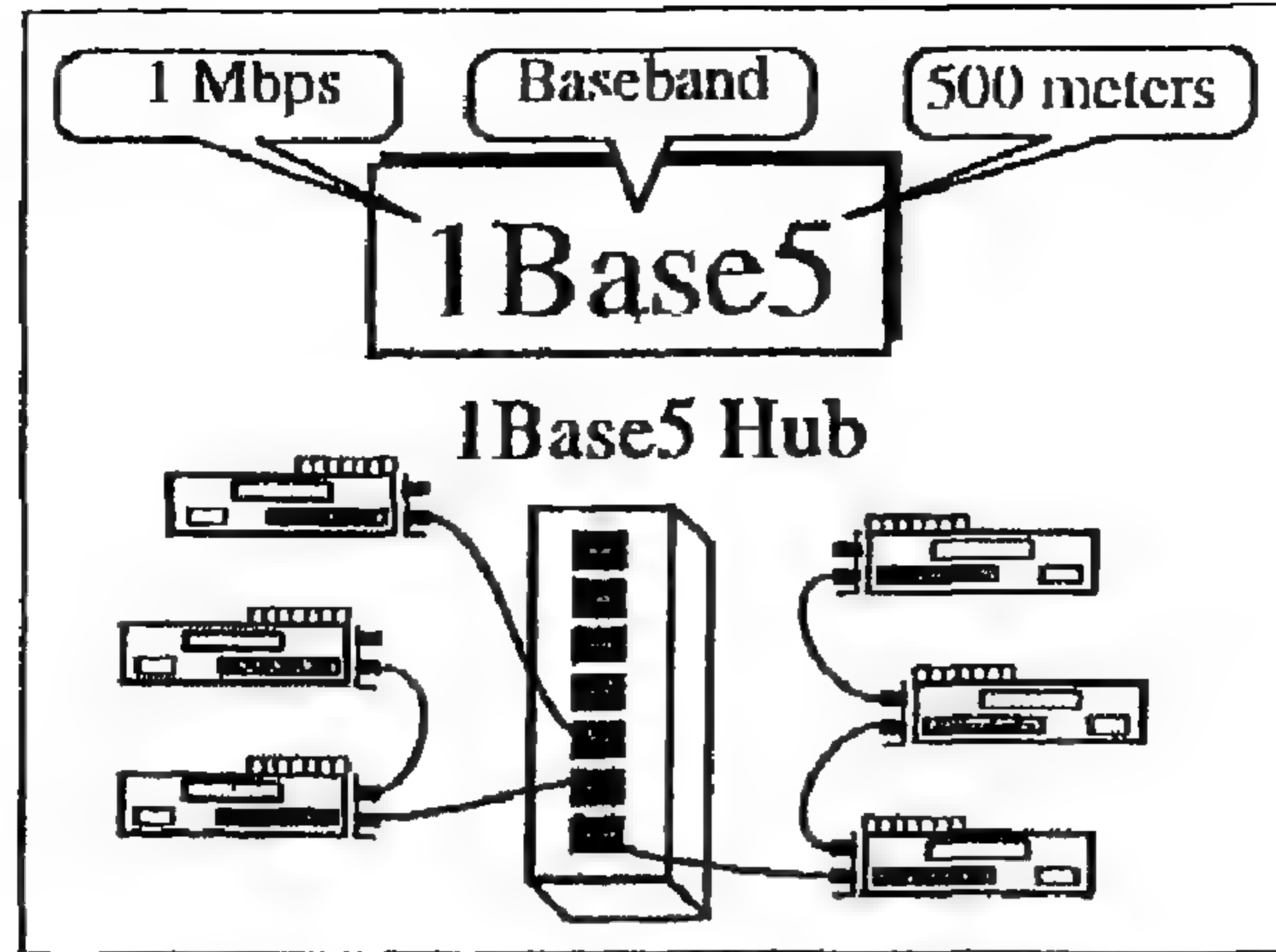
شكل رقم 11: Transceiver connection in 10BASE5:11



شكل رقم 12: Topology of 10Base2



شكل رقم 13: 10Base-T topology



شكل رقم 14: 1Base5

Fast Ethernet (IEEE 802.3 100-Mbps specification) (12.3.2
 نتيجة التطبيقات الجديدة مثل computer-aided design (CAD), image and real-time audio and video processing أصبح هناك حاجة ماسة إلى شبكات LAN لها معدل سريان عالي (أعلى من 10 Mbps المستخدم في traditional Ethernet). Fast Ethernet تعمل على 100 Mbps. Fast Ethernet ما هو إلا نوع جديد من traditional Ethernet له معدل بيانات 100 Mbps مع عدم وجود تغيير في frame format أو في access method والتغيير الوحيد الذي حدث في MAC layer هو

- 1) data rate : increased by 10 factor
- 2) Collision domain : decrease by factor 10 to be 250 meter

في الطبقة المادية فان topology المستخدم ل fast Ethernet هو star topology

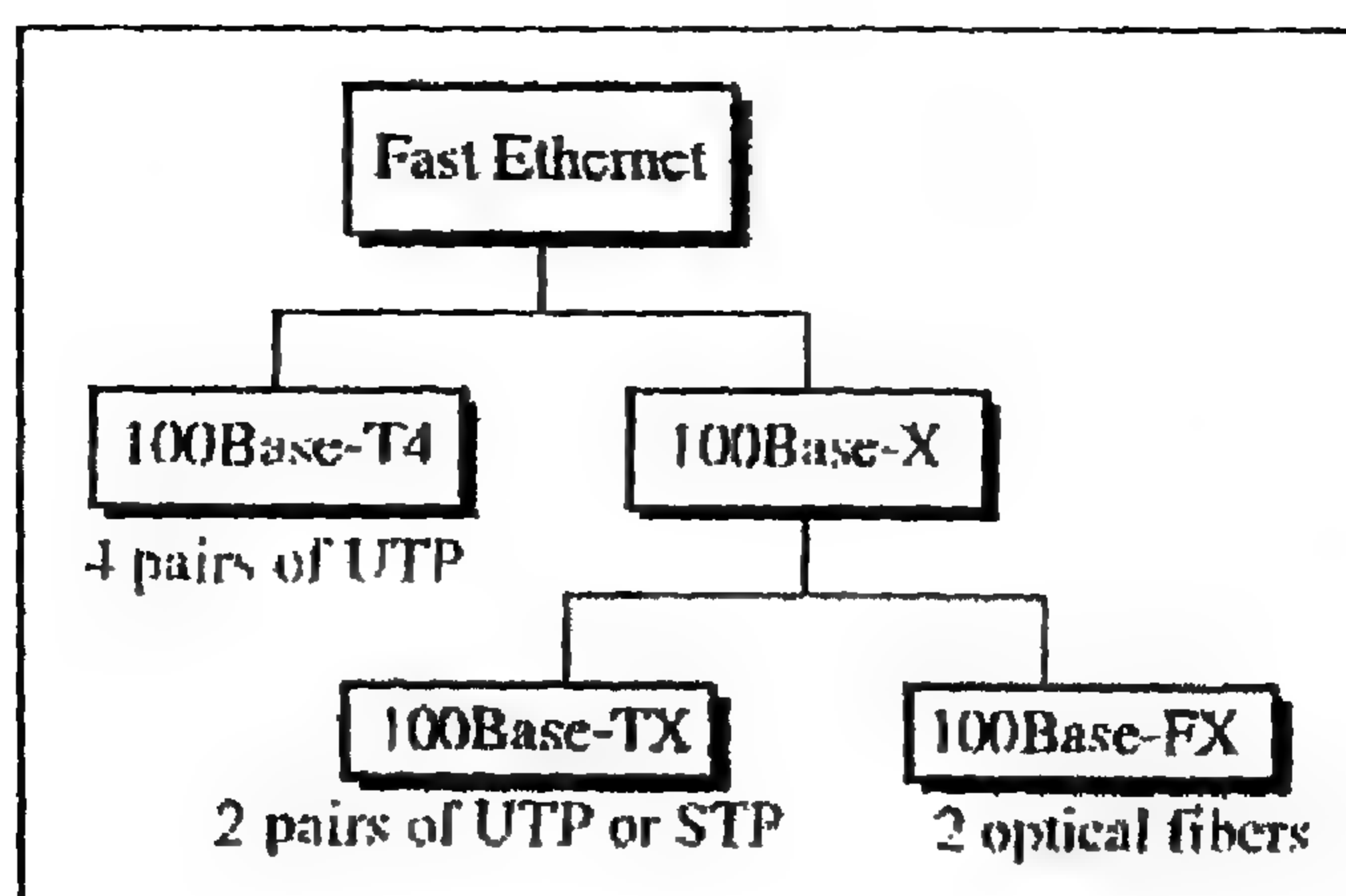
مثال 10Base-T

IEEE صممت صنفان من Fast Ethernet هما

100Base-X (divided into 100Base-TX, and 100Base-FX) (1

100 Base-TU (2

الشكل رقم 15 يوضح أصناف Fast Ethernet



شكل 15: أصناف Fast Ethernet

الجدول رقم 4 يوضح مواصفات وسط الإرسال الخاص بـ

IEEE 802.3 100Base-T (fast Ethernet)

جدول 4 : مواصفات وسط الإرسال الخاص بـ

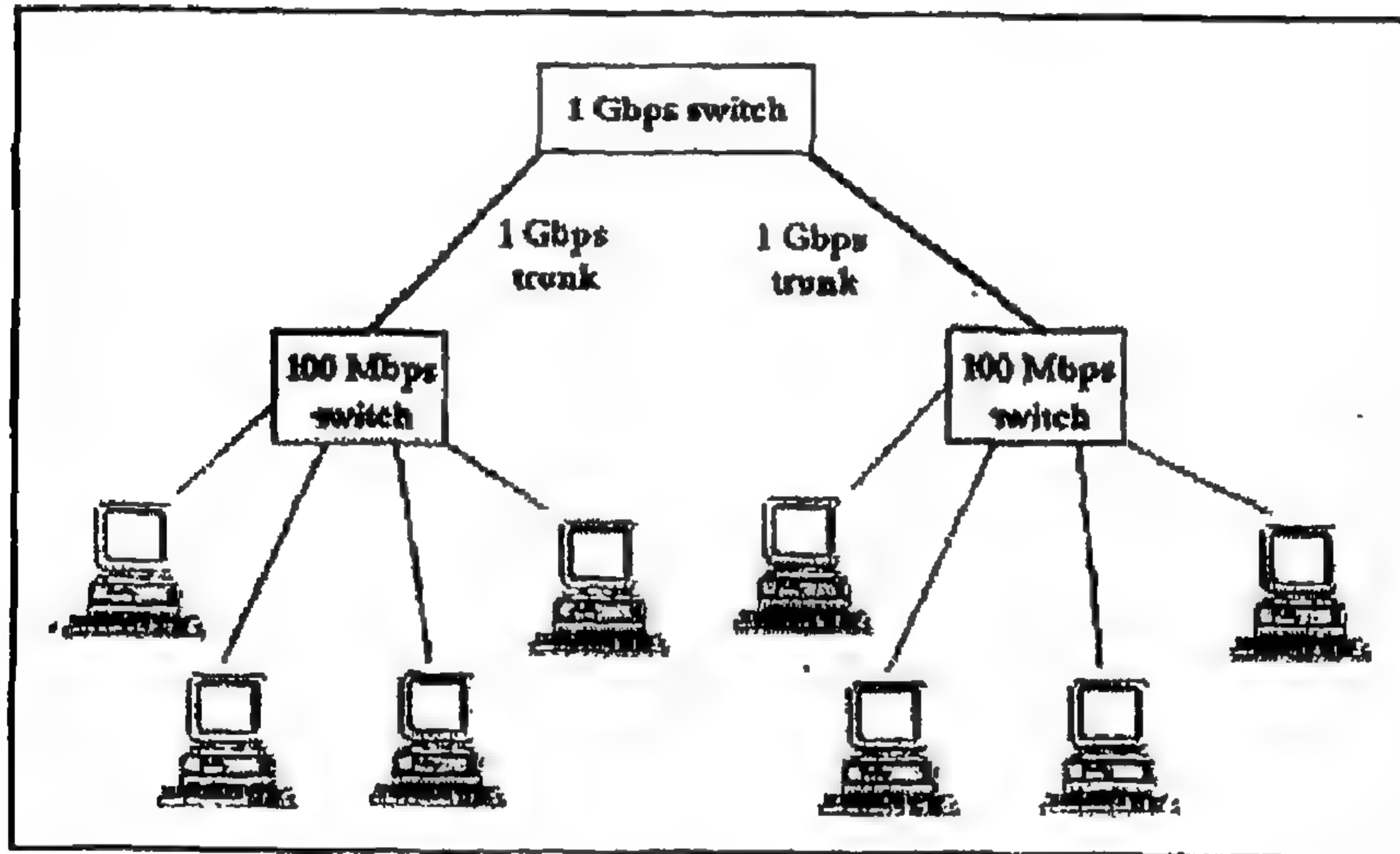
IEEE 802.3 100Base-T (fast Ethernet)

	100Base-TX		100Base-FX	100Base-T4
Transmission medium	2 pair, STP	2 pair, category 5 UTP	2 optical fibers	4 pair, category 3, 5, or 5 UTP
Signaling technique	4B5B, NRZI	4B5B, NRZI	4B5B, NRZI	8B6B, NRZ
Data rate	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Maximum cable signet length	100 m	100 m	100 m	100 m
Network span	200 m	200 m	400 m	200 m

Gigabit Ethernet (12.3.3)

الانتقال من 10 Mbps إلى 100 Mbps شجع IEEE 803.3 إلى تصميم Gigabit Ethernet. إستراتيجية هذا النوع لا يختلف عن fast Ethernet حيث أن MAC layer and access method لم تتغير ولكن Collision domain أقل من نظيره في Fast Ethernet. خصائص الطبقة المادية وبخاصة وسط الإرسال والتشفير تغير بوجود optical fiber مع وجود twisted-pair cables أيضا. Gigabit Ethernet تستخدم كعمود فقري (backbone) لربط شبكات Fast Ethernet. الشكل رقم 16 يوضح

هيكل Gigabit Ethernet



شكل 16 : هيكل Gigabit Ethernet

TOKEN BUS (IEEE 802.4) (12.4)

LANs لها تطبيق هام في ميكنة المصانع (factory automation) والتحكم في المعالجة (processing control) حيث أنه في هذين التطبيقين تكون المعالجة لحظية (real-time processing) مع أقل تأخير في البيانات مطلبا هاما. Ethernet 802.3 يعتبر بروتوكول غير ملائم لهذا الغرض لأن عدد collision غير محدد بالإضافة إلى

فترة التأخير في البيانات ليست محددة. أيضا Token Ring (IEEE 802.5) والذي سيناقش لاحقا يعتبر بروتوكول غير مناسب لأن خط التجميع (الرابط أو وسط الإرسال) يشابه Bus topology وليس Ring. Token bus يجمع بين خصائص Ethernet and token ring حيث أنه يجمع الشكل المادي لل Ethernet (bus topology) بالإضافة إلى خاصية collision free (predictable delay) الخاصة ب token ring.

طريقة العمل:

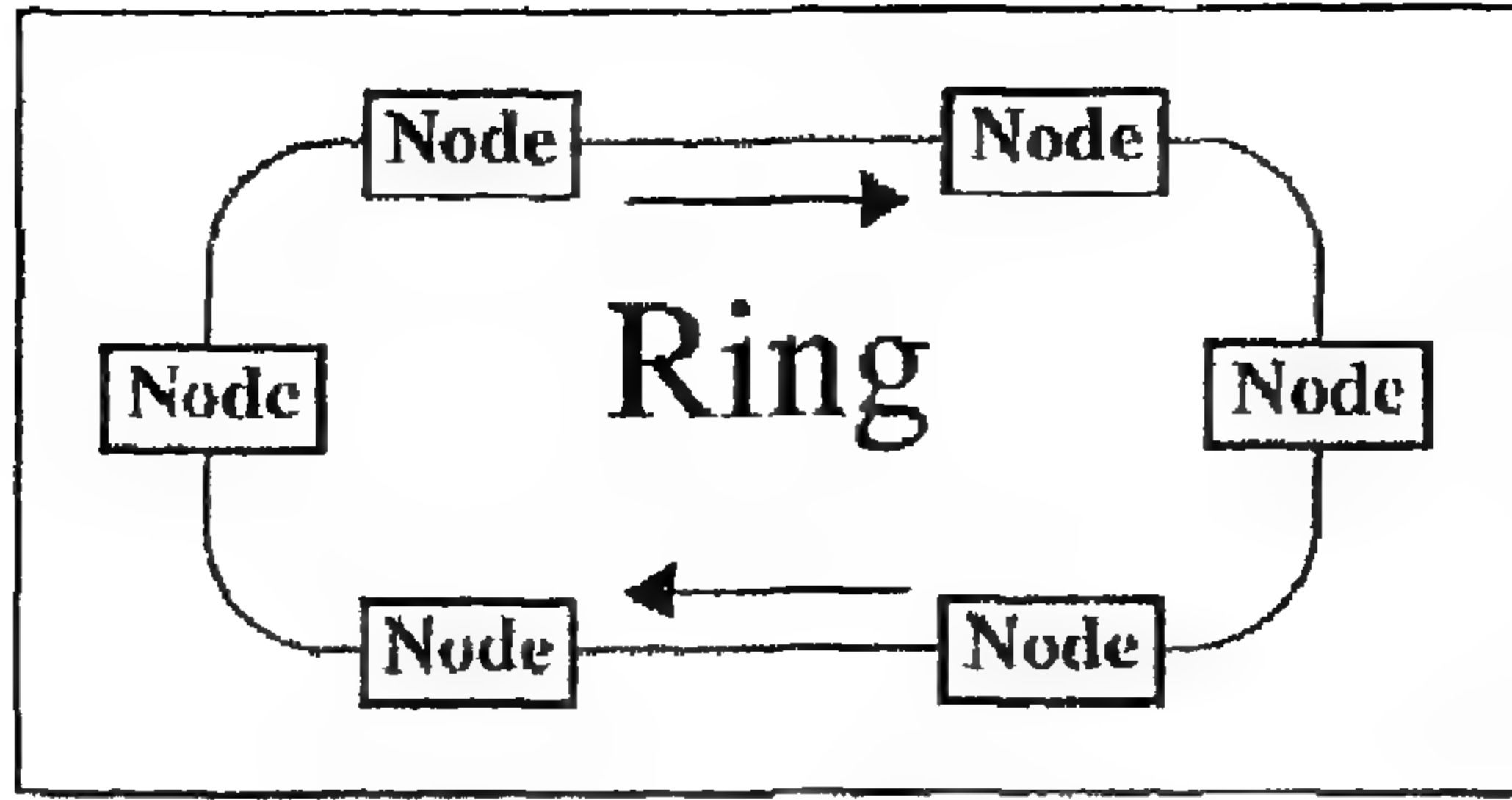
- (1) المحطات تنظم منطقيا في صورة Ring
- (2) Token يمرر خلال المحطات
- (3) إذا كان هناك محطة تريد الإرسال فإنها تنتظر حتى تحصل على token

TOKEN RING (12.5)

كما تم الإشارة إليه من قبل فإن ميكانيزم الدخول على الشبكة (network access mechanism) المستخدم بواسطة Ethernet (CSMA/CD) غير جيد لوجود Collision حيث أن المحطات تحاول إرسال البيانات عدة مرات قبل أن يحدث اتصال فعلي على الرابط والذي يؤدي بدوره إلى تأخير إرسال البيانات

Token Ring تغلبت على هذه المشكلة بواسطة إرسال البيانات بصورة متتابعة حيث أن جهاز واحد فقط يتعامل مع الرابط من أجل إرسال إطار واحد

الميكانيزم الذي ينسق عملية دوران الإرسال بين المحطات يسمى Token passing . Token ببساطة هو إطار (placeholder frame) والذي يتم تمريره خلال الحلقة عندما تكون جميع المحطات idle. المحطة التي تمتلك token يمكنها من الإرسال والاتصال بالرابط. الشكل رقم 17 يوضح هيكل Token Ring



شكل 17 : هيكل Token Ring

Access method: token passing

- عندما تكون جميع المحطات idle سيكون هناك دوران token حول ring
- المحطة التي تريد إرسال البيانات تنتظر حتى تمتلك token المار إليها وبالتالي تعيد شكل token frame بواسطة بت واحد في token والذي يحول token إلى start-of-frame sequence لإطار البيانات
- تقوم هذه المحطة بإرسال ما لديها من بيانات وفي هذا الوقت لا يكون هناك token على ring وبالتالي جميع المحطات الأخرى التي تريد الإرسال عليها أن تنتظر
- المحطة التي تم إرسال إليها بيانات تقوم بدفع token على الحلقة إذا تحقق الشرطان التاليان

- (1) المحطة تم إرسالها لإطار البيانات الخاص بها
- (2) Leading edge للإطار المرسل تم إعادته (بعد إكمال الدوران حول الحلقة) إلى هذه المحطة
- (3) بمجرد وجود token جديد على الحلقة فإن محطة أخرى تقوم بإجراء نفس العمل السابق

مثال:

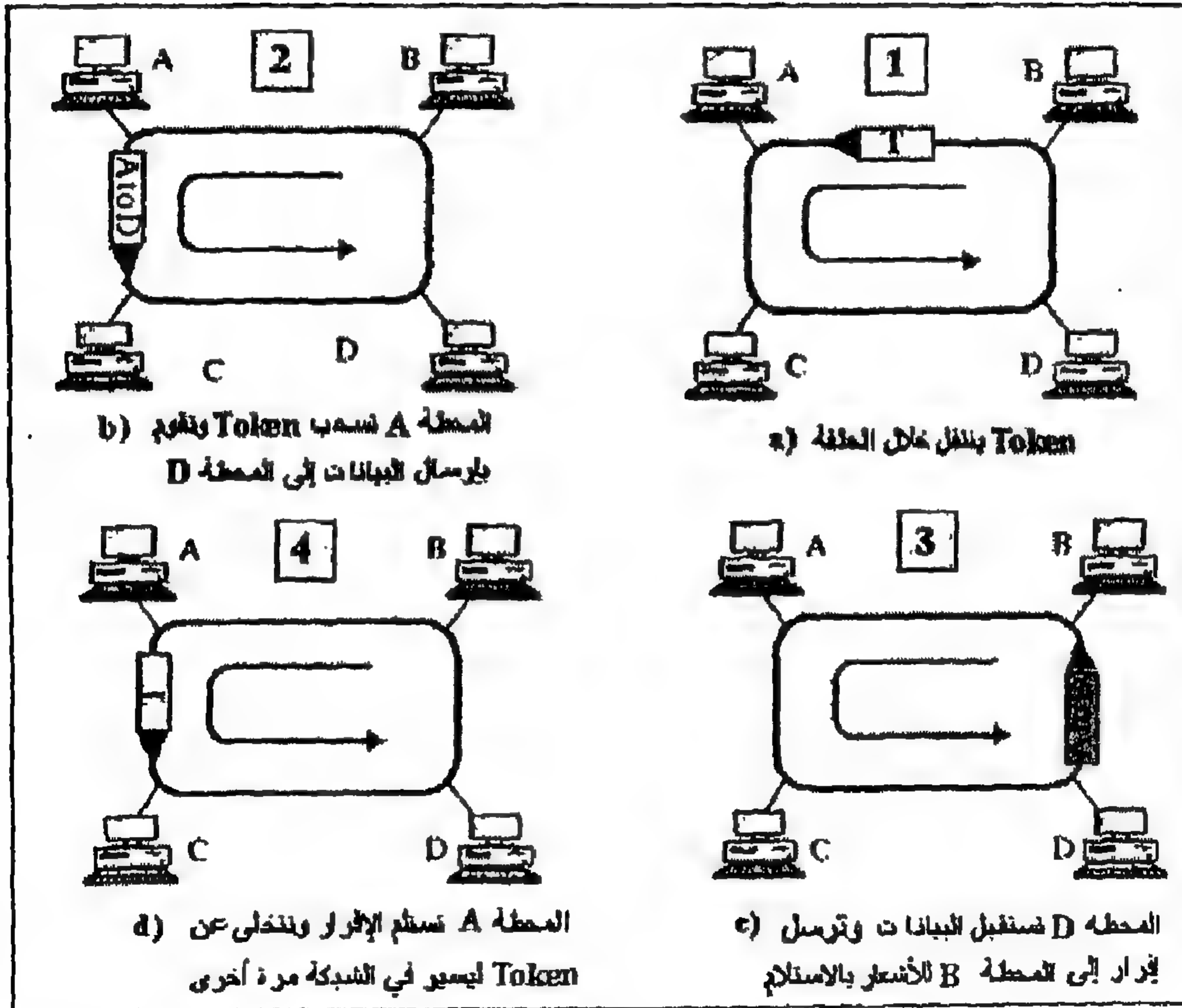
الشكل رقم 18 يوضح كيف أن المحطة A يمكنها إرسال packet إلى المحطة D

12.6 مقارنة بين أنواع LANs

الجدول رقم 5 يعقد مقارنة بين أنواع LAN السابقة مع العلم بالتالي

- o Ethernet يكون جيدا في حالة ذات التحميل البسيط low-level loads ولكن يقل استخدامها إذا زاد التحميل وذلك لوجود Collision وإعادة الإرسال إذا حدث Collision

- o Token ring يستخدم في حالتي التحميل البسيط والعالي



شكل 18 : المحطة A ترسل packet إلى المحطة D

جدول 5: مقارنة بين أنواع LAN

Network	Access method	Signaling	Data rate	Error control
Ethernet	CSMA/CD	Manchester	1, 10 Mbps	No
Fast Ethernet	CSMA/CD	Several	100 Mbps	No
Gigabit Ethernet	CSMA/CD	Several	1 Gbps	No
Token Ring	Token passing	Differential Manchester	4, 16 Mbps	Yes

12.7 الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN)

Wireless Local Area Networks (WLAN)

مقدمة Introduction

طرق الاتصال بشبكة الإنترنت تطورت اليوم، بحيث أصبح ممكناً للإنسان أثناء الاتصال بالشبكة التنقل في المنزل أو المكتب أو الأماكن العامة حاملاً على سبيل المثال الكمبيوتر الجيبى (pocket computer) متحرراً من أي كابلات ومتمتعاً بحرية التنقل وقادراً على إرسال وتلقي البريد الإلكتروني أو التجول في الإنترنت في حرية كاملة. فنحن أحياناً نرى أشخاصاً في صالة انتظار المطارات يتصفحون في الإنترنت بالكمبيوتر المحمول (laptop) دون أي اتصال بالشبكة بواسطة كابل أو شخص يجلس في نادي يستمتع بالشمس أثناء العمل على المساعد الرقمي الخاص (personal digital assistant/PDA) وهو يتصفح الأخبار الحديثة في البورصة عن طريق الإنترنت دون أي اتصال سلكي بالشبكة.

كيف أمكن تحقيق هذه الحرية؟، وما التقنية المختفية خلف هذه الإمكانية؟ إنها الشبكات المحلية اللاسلكية (wireless local area network/WLAN). تسمح تقنية الشبكات المحلية اللاسلكية بالاتصال بشبكة الإنترنت عبر الإشارات الراديوية (radio frequency/RF) بدلاً من الاتصال عبر الأسلاك. لتحقيق هذا يجب وجود عنصرين رئيسيين: الأول هو بطاقات الكمبيوتر اللاسلكية (wireless computer card) التي يمكن أن تكون مدمجة بالكمبيوتر المحمول، (أو أي جهاز آخر) أو قابلة للإزالة، هذه البطاقات تحتوي على هوائي (إريال) داخلي أو خارجي. الثاني هو نقطة الوصول (access point) التي تصل الشبكات المحلية اللاسلكية بشبكة الإنترنت.

إن سرعة نقل البيانات تقل مع زيادة المسافة بين المستخدم ونقطة الوصول، هذه المسافة تصل في المناطق المفتوحة إلى 300 متر في المتوسط وفي الأماكن المغلقة، بسبب الجدران الفاصلة مثل المكاتب، تصل هذه المسافة إلى 50 مترًا في المتوسط. وفي الأماكن المغلقة خاصة، تعتمد المسافة على نوعية الجدران الفاصلة.

والشبكات المحلية اللاسلكية لها تطبيقات مختلفة في المنازل والمكاتب والأماكن العامة للاستفادة من حرية الحركة أثناء العمل، أو نقل مكان العمل دون مشاكل نقل الاتصال بالكابلات أو استخدام الأجهزة المحمولة للعمل أثناء السفر، أو في الأماكن العامة.

في بعض التطبيقات يحتاج الأمر إلى تجهيز عدة نقاط وصول لتغطية مساحة واسعة ويسمح للمستخدمين بالتجوال من منطقة إلى أخرى، دون أن يفقدوا الاتصال بالشبكة. بالمقارنة مع التقنيات الأخرى استطاعت تقنية الشبكات المحلية اللاسلكية، باستخدام الإشارات الراديوية (WLAN) التغلب على تقنية نقل المعلومات اللاسلكي بواسطة الأشعة تحت الحمراء مثل تقنية السن الأزرق (blue tooth) المحدودة لمسافات لا تزيد على 20 مترًا، وغير القادرة على اختراق الحواجز، ولذلك تعتبر غير مفيدة لإنشاء الشبكات المحلية اللاسلكية. أيضا استطاعت تقنية WLAN التفوق على تقنية UMTS (universal mobile telecommunications system) المكلفة ماديًا، والمستخدم في الهاتف المحمول، لأن نقل المعلومات في تقنية WLAN أسرع بكثير وبتكاليف معتدلة، ولأن تقنية UMTS في الهاتف المحمول غير موجودة بكميات كافية في السوق حاليًا.

الأنظمة القياسية المنظمة التي تعنى بوضع المواصفات القياسية للشبكات المحلية اللاسلكية، اسمها معهد

المهندسين الإلكترونيين والكهربائيين، هذه المنظمة بدأت سنة 1997 بوضع النظام 802.11 الذي يعمل في التردد الموجي 2.4 جيجا هرتز ويسمح بتبادل المعلومات بسرعة 2 ميجا بايت لكل ثانية، هذا النظام القياسي أضيفت إليه بعض التحسينات ليظهر نظامان قياسيان سنة 1999، النظام B802.11 الذي يعمل بتردد موجي 2.4 جيجا هرتز وينقل المعلومات بسرعة 11 ميجا بايت والنظام القياسي B802.11 الذي يعمل بتردد موجي 5 جيجا هرتز وينقل المعلومات بسرعة 54 ميجا بايت.

أغلب الأجهزة الموجودة في السوق اليوم تتبع النظام القياسي B802.11 وذلك لأنها بسيطة وسهلة التركيب وأسعارها معتدلة. الأجهزة التي تتبع النظام القياسي B802.11 لا تستطيع أن تعمل مع أجهزة النظام القياسي A802.11 بسبب الاختلاف في التردد الموجي، ولذلك ظهر في منتصف عام 2003 النظام القياسي الجديد G802.11 الذي يعمل أيضا في التردد الموجي 2.4 جيجا هرتز، ولكن سرعة نقل البيانات تحسنت إلى 54 ميجا بايت وسوف يستخدم هذا النظام الجديد في التطبيقات المستقبلية مثل تبادل المحتويات التفاعلية والفيديوية. والجهة التي تختبر مستوى التشغيل التبادلي في تجهيزات الشبكات المحلية اللاسلكية هي اتحاد صناعي يعرف باسم (WECA) أي اتحاد توافق إيثرنت اللاسلكي. وتدمج المنتجات التي تجتاز اختبارات هذا الاتحاد بختم الصحة Wi-Fi (wireless fidelity) وبذلك تصبح أجهزة المستخدم المحمولة التي بها بطاقة الشبكة اللاسلكية من منتجين مختلفين صالحة للعمل معا. لحماية نقل البيانات ضد التنصت والتجسس تستخدم تجهيزات الشبكات المحلية اللاسلكية برامج التشفير وطرق التحقق من هوية المستخدم لضمان أمانة نقل البيانات. والنقاط الساخنة (hot spots) هي عبارة عن أماكن يمكن فيها استخدام تقنيات الربط اللاسلكي التي ازداد انتشارها في مختلف أنحاء العالم، الأمر الذي يحقق مفهوم حرية الربط الدائم مع الشبكة في أثناء الحركة في أي وقت ومن أي مكان. واستنادا إلى التحليلات الصادرة حديثا، فإن عدد النقاط الساخنة سيصل إلى مئات الآلاف في جميع أنحاء العالم بحلول عام 2005. هذه النقاط الساخنة نجدها اليوم في صالات الانتظار بالمطارات في الفنادق والمطاعم والمقاهي ومراكز المؤتمرات، وفي المعارض.

ما يحتاج إليه الإنسان لاستخدام هذه التقنية هو جهاز محمول به البطاقة اللاسلكية ومكان به نقطة ساخنة (نقطة وصول في مكان عام) يجلس بالقرب منها ليبدأ في الإبحار في الإنترنت، أو إرسال وتلقي البريد الإلكتروني، وذلك مجانا أو برسوم من مزود للإنترنت

اللاسلكي، أو الدفع ببطاقات الائتمان حسب مواصفات النقطة الساخنة في المقارنة بعدد النقاط الساخنة يتصدر العالم حاليا الولايات المتحدة وأوروبا الغربية. أما في البلاد العربية فما زال عدد النقاط الساخنة محدودًا، ولكنه بدأ يزيد في الفترة الأخيرة.

اليوم يوجد في الإنترنت مواقع تدلك على أماكن النقاط الساخنة في جميع أنحاء العالم. وإلقاء نظرة على هذه المواقع قبل بدء رحلة يعطيك المعلومات عن الأماكن التي تجعلك مرتبطًا بالشبكة دائما خلال رحلتك، بحرية كاملة، ودون ارتباط بأي كابل

نظرة عامة Overview

الاتصالات اللاسلكية توفر مزايا عديدة مثل النقل portability والمرونة flexibility وزيادة الإنتاجية productivity وذلك بالإضافة إلى تخفيض تكاليف التركيب. التقنيات اللاسلكية تشمل نطاقات واسعة من التطبيقات المختلفة الموجهة نحو الاحتياجات والاستخدامات المختلفة. علاوة على ذلك، هذه التقنيات توفر هائل للتكليف بالإضافة إلى تطبيقات متنوعة تتراوح بين بيانات التجزئة إلى المصانع. لكن هناك مخاطر كامنة في أي تكنولوجيا لاسلكية. بعض هذه المخاطر تشبه مخاطر الشبكات السلكية Wire networks وبعضها يفوق ذلك. ولعل أهم مصدر المخاطر في الشبكات اللاسلكية هو أن هذه التكنولوجيا تستخدم وسائط نقل لاسلكية وبالتالي فهي مجال مفتوح للمتسللين.

التكنولوجيا اللاسلكية Wireless Technology في أبسط معانيها هو تمكين جهازين أو أكثر من الاتصال فيما بينهما دون الحاجة كابلات. التقنيات اللاسلكية تستخدم ترددات البث الإذاعي لنقل البيانات عبر الأثير. التقنيات اللاسلكية هي مجموعة من النظم المعقدة، مثل الشبكات اللاسلكية المحلية WLAN والتليفونات الخلوية cell phones إلى الأجهزة البسيطة مثل أجهزة السماعات والميكروفونات اللاسلكية. كما تشمل أجهزة الأشعة تحت الحمراء (IR) مثل أجهزة التحكم من بعد remote control وبعض الحاسبات التي تستخدم لوحات المفاتيح لاسلكية وأجهزة هاي فاي اللاسلكية. جميع هذه الأجهزة تتطلب خط رؤية مباشر direct line of sight بين المرسل والمستقبل خلال مسافات قصيرة.

الشبكات اللاسلكية Wireless Networks بمثابة آلية نقل بين الأجهزة وبين الأجهزة والشبكات التقليدية السلكية. الشبكات اللاسلكية عديدة ومختلفة ولكن يتم تقسيمهم إلى ثلاث

مجموعات علي أساس مساحة منطقة التغطية : الشبكات اللاسلكية واسعة النطاق Wireless Wide Area Networks (WWAN) و الشبكات اللاسلكية المحلية Wireless Local Area Networks (WLAN) والشبكات اللاسلكية الشخصية Wireless Personal Area Networks (WPAN).

WWAN تشمل نطاق تقنيات تغطية المنطقة الواسعة مثل التقنيات 2G الخلوية وبيانات الحزمة الرقمية Cellular Digital Packet Data (CDPD) والنظام العالمي للاتصالات المتحركة (GSM) و Mobitex . WLAN تمثل الشبكات المحلية اللاسلكية ويشمل 802.11 و HiperLAN وأنواع أخرى. WPAN يمثل الشبكة اللاسلكية الشخصية مثل تقنيات السن الأزرق Bluetooth و IR.

جميع هذه التقنيات تستقبل وترسل المعلومات باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic wave (EMW). التقنيات اللاسلكية تستخدم ترددات تتراوح من نطاق الترددات الراديوية Radio Frequency (RF) إلى ترددات أعلى من نطاق ترددات IR. الترددات في حيز نطاق RF تغطي جزءا كبيرا من طيف الإشعاعات الكهرومغناطيسية EM radiation spectrum والتي تمتد من 9 كيلو هيرتز (9 KHz) (أدنى تردد للاتصالات اللاسلكية) إلى آلاف جيجا هرتز (GHz). كلما زادت التردد بعد طيف RF (RF spectrum) تنتقل طاقة EM إلى IR ثم إلى الطيف المرئي (visible spectrum).

نبذة تاريخية Brief History

تكنولوجيا WLAN ترجع إلى منتصف الثمانينات عندما قامت لجنة الاتصالات الفدرالية Federal Communication Commission (FCC) بتحديد طيف RF المتاح للصناعة. وخلال الثمانينات وأوائل التسعينات ، كان النمو البطيء نسبيا. اليوم تكنولوجيا WLAN تشهد نموا هائلا . السبب الرئيسي في هذا النمو هو زيادة عرض النطاق بواسطة معايير IEEE 802.11 . الجدول رقم 6 يوضح خصائص 802.11 WLANs

جدول 6: خصائص 802.11 WLANs

Characteristic	Description
Physical Layer	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), infrared (IR).
Frequency Band	2.4 GHz (ISM band) and 5 GHz.
Data Rates	1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps (11b), 11 Mbps (11b), 54 Mbps (11a)
Data and Network Security	RC4-based stream encryption algorithm for confidentiality, authentication, and integrity. Limited key management. (AES is being considered for 802.11i.)
Operating Range	Up to 150 feet indoors and 1500 feet outdoors.
Positive Aspects	Ethernet speeds without wires; many different products from many different companies. Wireless client cards and access point costs are decreasing.
Negative Aspects	Poor security in native mode; throughput decrease with distance and load.

موتورولا قامت بتطوير أحد أول أنظمة WLAN التجارية. تقنيات WLAN الأولية كان لها مشاكل عديدة تمنع انتشار استخدامها. هذه الشبكات المحلية كانت مكلفة وتقدم معدلات بطيئة لسرعة انتقال البيانات مع تعرضها للتداخل مع موجات الراديو. معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات IEEE بدأت مشروع 802.11 في عام 1990 في نطاق "تطوير مواصفات Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) للاتصالات اللاسلكية الثابتة والمحمولة والمحطات المتنقلة داخل منطقة. في عام 1997 أطلق معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات أول 802.11 standard على المستوى الدولي.

ثم في عام 1999، صادقت معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات على A802.11 and B802.11 standards للاتصالات الشبكات اللاسلكية. والهدف كان لايجاد معايير تكنولوجية أساسية يمكن ان تغطي العديد من أنواع التشفير المادية، والترددات والتطبيقات 802.11 standard يستخدم تقنية المزج الترددي المتعامد orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) لتقليل التداخل. تستخدم هذه التكنولوجيا طيف ترددي بعرض 5 GHz ويمكن معالجة البيانات بسرعة قد تصل إلى 54 Mbps.

التردد ومعدلات سريان البيانات Frequency and Data Rates

معهد مهندسي الكهرباء والالكترونيات طورت 802.11 standards لتوفير تقنيات الشبكات اللاسلكية . IEEE 802.11a standards هو العضو الأوسع اعتمادا لعائلة 802.11 LAN . فهي تعمل في نطاق الترخيص 5 GHz باستخدام التكنولوجيا OFDM.

802.11b standards الشائع الاستخدام يعمل في نطاق 2.4 GHZ-2.5 GHZ الغير مرخص الصناعية والعلمية والطبية (ISM) industrial, Scientific and Medical باستخدام تقنية direct sequence spread-spectrum (DSSS) . نطاق ISM أصبح شائع الاستخدام في الاتصالات اللاسلكية لأنه متاح في كل أنحاء العالم.

تقنية B802.11 WLAN تسمح بسرعة ترسل تصل إلى 11 Mbps . هذا يجعله أسرع كثيرا من IEEE 802.11 standard الأصلي (يرسل البيانات بسرعة تصل الي 2 Mbps) وأسرع قليلا من الايثرنت Ethernet .

هيكل 802.11 (802.11 Architecture)

IEEE 802.11 standard يسمح باقامه سواء شبكات الند للند peer-to-peer network(P2P) او الشبكات المعتمدة على (AP) fixed access point حيث يتم الاتصال بين العقد المتنقلة mobile nodes . لذلك فان المعيار يعرف نوعان أساسيان من طوبولوجي الشبكات : infrastructure network and ad hoc network topologies . infrastructure network تعنى بامتداد نطاق wire LAN إلى wireless cell . الحاسبات النقلة laptop أو الأجهزة النقلة الأخرى قد تنتقل من خلية cell إلى أخرى (from AP to AP) مع المحافظة على الوصول إلى موارد LAN . الخلية cell هي منطقة تغطي بواسطة AP وتسمى "مجموعه الخدمات الاساسيه" Basic Service Set (BSS) . جميع جميع خلايا infrastructure network يسمى بمجموعه الخدمة الممتدة Extended Service Set (ESS) . هذا الطوبولوجي مفيد لتوفير التغطية اللاسلكية مناطق الحرم الجامعي أو البناية building or campus areas . بتشر عدة APs مع تداخل مناطق التغطية فان التنظيم يمكن ان ينجز تغطية شبكية واسعة . WLAN يمكن استخدامها لاستبدال wire LAN تماما وتُمديد LAN infrastructure .

بيئة WLAN تحتوي على محطات عميل client stations التي تستخدم Modem للاتصال اللاسلكي إلى AP. محطات العميل ترود عادة بـ كارت بيني a wireless network interface card (NIC) الذي يتكون من مرسل/مستقبل راديوي radio transceiver و منطق logic للتعامل مع ماكينة العميل client machine والبرمجيات software . AP . يشمل أساسا radio transceiver من جهة وجسر bridge إلى العمود الفقري السلكي wired backbone من جهة أخرى. AP (الجهاز الثابت التي تشكل جزءا من البنية التحتية السلكية wired infrastructure) ينظر المحطة القاعدة base station (cell-site) في الاتصالات الخلوية. جميع الاتصالات بين محطات العميل وبين wired network توصل عن طريق AP. ورغم أن معظم WLANs تعمل في infrastructure mode فإنه يوجد طوبولوجي آخر. الطوبولوجي الآخر (ad hoc network) يعني سهولة التواصل بين الأجهزة المحمولة في نفس المنطقة (أي في نفس الغرفة). من هذا البناء، محطات العميل client stations يتم تجميعها في منطقة جغرافية واحدة ويمكن أن تعمل على الإنترنت دون الوصول إلى wired LAN (infrastructure network). أجهزة الربط في ad hoc mode يشار إليها بمجموعة الخدمات الأساسية المستقلة independent basic service set (IBSS) شكل ad hoc مماثل لشبكة للنظير للنظير peer-to-peer office network حيث لا يتطلب أن تكون هناك node يعمل بمثابة الخادم. مثل ad hoc WLAN، الحاسبات المحمولة laptops و غيرها من أجهزته 802.11 يمكنها من تبادل الملفات بدون استخدام AP.

مكونات شبكة LAN اللاسلكية Wireless LAN Components

تشتمل WLAN على نوعين من الأجهزة: المحطة اللاسلكية wireless station ونقطة الوصول access point. العميل client (أو المحطة station) عادة ما يكون حاسبات شخصية (laptop or notebook computer) مع wireless NIC. WLAN client قد يكون حاسب مكتبي desktop أو الأجهزة المحمولة باليد handheld device مثل PDA أو الأجهزة حسب الطلب custom device مثل جهاز التعرف على الشفرة barcode scanner wireless laptops and notebooks مطابقة لـ laptops and notebooks إلا أنهم يستخدمون wireless NICs للربط مع نقاط الوصول في الشبكة.

Wireless NIC يدخل عموماً (commonly inserted) في client's Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA) slot أو Universal Serial Bus (USB) port .

NICs تستخدم الإشارات اللاسلكية لأقامه وصلات إلى WLAN . AP والذي يعمل كجسر بين الشبكات اللاسلكية والسلكية ، عادة تتكون a radio, a wired network interface مثل 802.3 والبرمجيات bridging software .

وظائف AP (as a base station for wireless network) تجمع عدة محطات لاسلكية إلى الشبكة السلكية

مدى شبكة LAN اللاسلكية Range of WLAN

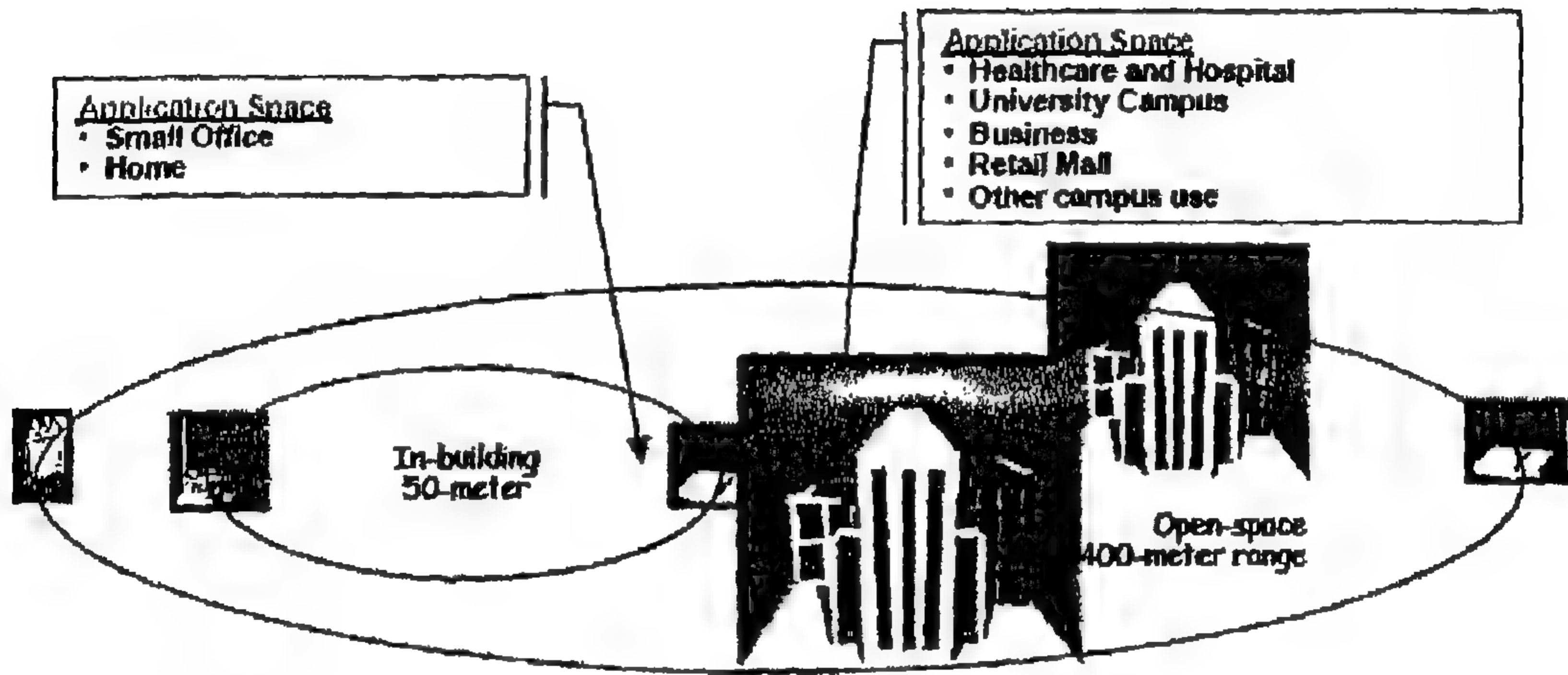
يعتمد نطاق تغطيته WLANs 802.11 على عوامل عدة ، من بينها معدل إرسال البيانات المطلوبة وكثافتها data rate and capacity بالإضافة إلى مصادر التداخل sources of RF interference و المجال المادي وخصائصه والطاقة والربط ونوع الهوائيات المستخدمة.

المدى النظري يتراوح من 29 متراً (لمعدل الإرسال 11 Mbps) في المساحات المغلقة و 485 متر (لمعدل الإرسال 1 Mbps) في المناطق المفتوحة. لكن ، من خلال التحليل التجريبي فإن نطاق معدات 802.11 يكون نحو 50 متراً (حوالي 163 قدماً) في الداخل indoor . مدى 400 متر تقريباً (¼ ميل) يجعل WLAN تكنولوجيا مثالية في تطبيقات الحرم الجامعية campus applications . من المهم الاعتراف بأن الارتفاع معامل كسب الهوائيات antenna gain factor يمكن زيادة مدى الشبكة إلى عدة أميال. الشكل رقم 19 يوضح لمدى شبكات 802.11 WLAN

APs ربما تضيف وظيفة الجسر bridging function . Bridging تربط شبكتين أو أكثر معا وتسمح بالاتصال بينهما (تبادل عمليات المرور الشبكية network traffic) .

Bridging يتضمن إما شكل point-to-point أو شكل multipoint . في هيكل point-to-point point architecture يكون هناك ربط بين شبكتان LANs خلال LANs' APs الخاصة. في multipoint bridging تتصل شبكة فرعية one subnet بعدة شبكات فرعية أخرى several other subnets في شبكة LAN أخرى عبر كل subnet AP . فعلي سبيل المثال،

إذا كان الحاسوب على الشبكة الفرعية A تحتاج إلى الربط مع الحاسبات على الشبكات الفرعية B, C, and D و subnet A's AP يجب أن يتصل بـ B's, C's, and D's APs الخاصة. أجهزة Bridging AP توضع عادة فوق المباني لزيادة قدرة الهوائيات للاستقبال. تصل المسافة التي يمكن من one AP التوصيل لاسلكيا بـ AP آخر بواسطة Bridging إلى 2 ميل. هذه المسافة قد تختلف تبعا لعدة عوامل منها أجهزة الاستقبال receiver أو الإرسال/استقبال transceiver المستخدمة.



شكل 19 : مدى شبكات 802.11 WLAN

فوائد شبكات LAN اللاسلكية WLAN Benefits of WLAN

WLANs تقدم فوائد أربعة أساسية:

- نقل المستخدم User Mobility : يمكن للمستخدمين الوصول إلى ملفات الموارد ، وشبكة الانترنت دون الحاجة إلى الارتباط جسدياً بالشبكة من خلال أسلاك . وذلك بالإضافة إلى إمكانية التنقل داخل نطاق الشبكة
- سرعة التركيب Rapid Installation : الوقت اللازم للتركيب يقل بسبب إجراء التوصيلات الشبكية دون تحريك أو إضافة أسلاك أو سحبها عبر الجدران أو السقوف أو

- إدخال تعديلات علي البنية التحتية لتوزيع الكابلات. فعلى سبيل المثال يمكن تركيب WLANs في المباني التاريخية القديمة دون الحاجة إلى المساس بالبنية التحتية للمبني
- المرونة: Flexibility: إن تمتع المؤسسات بمرونة التركيب وتغيير مواقع WLANs المواقع حسب الحاجة من أهم فوائد WLANs. يمكن للمستخدمين سرعة تركيب WLAN لاحتياجات مؤقتة مثل المؤتمرات والمعارض التجارية أو الاجتماعات الوقتية
- التكيف: Scalability: طوبولوجيات شبكات WLAN يسهل تشكيلها لمواجهه طلب معين واحتياجات التركيب وللقياس من شبكات الند إلى الند الصغيرة إلى شبكات المؤسسات التي تمكن التجول علي نطاق واسع.

أنواع الشبكات اللاسلكية

إن تعدد وكثرة أنواع الشبكات اللاسلكية يجعل من الصعب تصنيفها وتعيدها وكذلك المقارنه بينها ، ولكن أرجو أن أقوم بعمل ينتفع به أي شخص في محاوله مني لشرح مبسط لها:

إن بعض شبكات البيانات اللاسلكية Wireless data networks تشتغل على الشبكات الصوتية اللاسلكية wireless voice networks مثل شبكة الهاتف النقال.

أما النوع الآخر من الشبكات اللاسلكية يعمل بانفراد على نظامه الخاص به فقط وذلك باستعمال هوائيات مثبتة على أبراج مربوطة بهوائيات أخرى مدمجة في أجهزه كفيه Handheld devices أو هوائيات أخرى مثبتة على أبراج أو أماكن مرتفعه للتوزيع عن طريق ROUTERS للشبكات حاسوب موجودة من الأساس، وهنا يمكن أن اعرض بعض الأمثلة على هذا النوع (802.11 , MMDS, LMDS , وهناك نوع آخر من الشبكات اللاسلكية مخصص لربط الأجهزة الصغيرة فقط ضمن مسافة قصيرة وممكن هنا أن نذكر (Blue Tuth, infra-red, كمثال.

إن شبكات البيانات اللاسلكية التي تستعمل الشبكات الصوتية اللاسلكية عادة ما تستعمل الطبقة الشبكية السفلى وذلك لتوفير التشفير والأمن للبيانات المنقولة عن طريقها، أما الشبكات التي تستعمل معداتها وتردداتها الخاصة بها فأنها أيضا لها خاصية التشفير والأمن لبياناتها حيث يمكن استعمال Virtual Private Network كوسيلة فاعله لحجب البيانات عن المتدخلين والغير

محولين ، وكذلك يمكن استعمال الطبقات المتعددة Multi Layers للوصول لنفس الغاية (التشفير والأمن (Security and Encryption)) وأيضا نذكر أن هنا نوع من الشبكات اللاسلكية ثابت وآخر متحرك بمعنى أن في النوع الأول تكون الهوائيات ثابتة أما في النوع الثاني فإن الهوائيات متحركة. Mobile system وهنا يجدر بنا أن نذكر أن استعمال الشبكات اللاسلكية يمكن أن يحتاج إلى رخصه أو قد لا يحتاج إلى رخصه وذلك بناء على الحزمة الترددية المستخدمة.

EXERCISES

- (1) عرف وشرح طبقة الربط (data link layer) في IEEE 802
- (2) اشرح طريقة CSMA/CD واستخداماتها
- (3) اشرح ما هو المقصود ب Collision
- (4) أذكر الفرق بين baseband and broadband
- (5) اشرح بالرسم طريقة Token passing إذا كان المحطة A تريد إرسال packet إلى المحطة C والتي تقوم بعد ذلك بإرسال packet خاص بها إلى كل من المحطتين A and D
- (6) اذكر الفرق بين CSMA/CD and token passing
- (7) قارن بين data rates في كل نوع من أنواع Ethernet
- (8) اشرح بالرسم مجالات كل من PDU and MAC frames
- (9) ما هو المقصود بعبارة access method وشرح الأنواع المستخدمة في كل من Ethernet and token ring
- (10) اكتب الاسم المناظر للاختصارات التالية : LAN / OSI / LLC / MAC / TCP / IP / PDU / CSMD/CD / DSAP / SSAP / SFD / DA / CRC

المراجع

- 1) Communication and Networking Technologies”, by Michael A. Gallo, Publisher: Course Technology, second edition, 2005, ISBN: 0534423639
- 2) Introduction to Data Communication and Networking Technologies”, by Wayne Tomasi, Publisher: Prentice hall, 2004, ISBN: 0130138282
- 3) Data and Computer Communication”, by William Stallings, Publisher: Prentice hall 2001, ISBN: 013040864
- 4) Data Communication and Networking”, by Behrouz A. Forouzan , Publisher: McGraw-Hill International Edition, second edition, 2001, ISBN: 0-07-232204-7
- 5) Wireless Communication and Networks”, by William Stallings, Publisher: Prentice hall 2001, ISBN: 0130408646
- 6) Wireless Communication and Networking”, by Jan Mark and Weihua Zhuang, Publisher: Prentice hall 2001, ISBN: 0130409057

المحتويات

مقدمة الكتاب (9)

فصول الكتاب (15)

الجزء الأول: أساسيات الاتصالات (17)

Fundamentals of data communication

الفصل الأول: مقدمة في الاتصالات (19)

Introduction to data communication

(1.1) مقدمة (19)

(1.2) العناصر الرئيسية لعملية الاتصالات (21)

Essential Elements of Data Communications

(1) المصدر Source (21)

(2) المرسل Transmitter (21)

أنواع المرسل (21) Types of Transmitter

(3) وسط الإرسال Transmission Medium (23)

(4) المستقبل Receiver (23)

(5) الوجهة النهائية Destination (23)

(1.3) أنماط اتجاه الإرسال (23) Transmission Direction Modes

(a) Simplex transmission mode (23)

(b) Half-Duplex transmission mode (23)

(c) Full-Duplex transmission mode (24)

(1.4) الإشارات المتصلة والإشارات الرقمية (25)

Analog Signals and Digital Signals

(1.5) الإشارات الدورية والإشارات الغير دورية (27)

Periodic and Non-Periodic Signals

(1.6) عوامل الإشارة (29) Signal Parameters

(1) سعة الإشارة (A) (29) Amplitude

(2) تردد الإشارة (F) (29) Frequency

(3) طور الإشارة (ϕ) (32) Phase

(4) الطول الموجي للإشارة (λ) (35) Wavelength

(5) فترة الإشارة (δ) (36) Duration

(6) زمن انتشار الإشارة (T_0) (37) Propagation Time

(1.7) مفهوم النطاق الزمني الترددي (39)

Time and Frequency Domains Concepts

(1.8) الطيف والمدى الترددي للإشارات (42)

Spectrum and Bandwidth of the Signal

(1.9) المدى الترددي لقنوات الإرسال (46) Channel Bandwidth

(1.10) معدل إرسال البيانات وفترة البت (47)

Data Rate (Bit Rate) and Bit Interval

(1.11) معدل Baud ومعدل إرسال البيانات (49) Baud Rate and Bit Rate

(1.12) أنواع القنوات تبعاً للضوضاء (51) Types of Channels

(a) قناة عديمة الضوضاء (51) Noiseless Channel

(b) قناة ذات الضوضاء (52) Noisy Channel

(1.13) أنواع مرشحات الإشارة (54) Types of Signal Filters

(a) مرشحات مرور الترددات الصغيرة (54) Low-Pass Filter

(b) مرشحات مرور الترددات الكبيرة (54) High-Pass Filter

(c) مرشحات مرور الترددات البينية (54) Band-Pass Filter

(d) مرشحات حجب الترددات البينية (54) Band-Stop Filter

(1.14) ملفات الإرسال (55) Transmission Impairment

(a) الوهن (الضعف) (56) Attenuation

(b) التشويه (60) Distortion

(c) الضوضاء (61) Noise

التمارين (62) Exercises

الفصل الثاني: تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة (75)

Encoding Techniques for Digital and Analog Signals

(2.1) مقدمة (75)

(2.2) خصائص الإشارات وخصائص التشفير (76)

Characteristics of Signals and Encoding

(2.2.1) مستوى الإشارة ومستوى البيانات (77)

Signal Level Versus Data Level

(2.2.2) المركبة المستمرة للإشارة DC Component (78)

(2.3) التحويل من بيانات رقمية إلى إشارات رقمية (التشفير الخطي) (79)

Digital Data to Digital Signal Conversion (Line Encoding)

(2.3.1) التشفير الخطي أحادي القطبية Unipolar Line Encoding (80)

التزامن (81) Synchronization

(2.3.2) التشفير الخطي القطبي Polar Line Encoding (85)

(1) Nonreturn To Zero (NRZ) (85)

(a) NRZ-L Encoding (85)

(b) NRZ-I Encoding (85)

(2) Return To Zero (RZ) (88)

(3) Bipphase Encoding (90)

(a) Manchester Encoding (90)

(92) Differential Manchester Encoding (b)

(96) Bipolar Line Encoding التشفير ثنائي القطب (2.3.3)

(96) Bipolar Alternative Mark Inversion (AMI) (1)

(98) Bipolar 8-Zero Substitution (B8ZS) (2)

(99) High-Density Bipolar 3 (HDB3) (3)

(2.4) تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات رقمية (101)

Analog-to-Digital Conversion

(102) Pulse Amplitude Modulation (PAM) التشفير النبضي السعوي (1)

(103) Pulse Code Modulation (PCM) التشفير النبضي المشفر (2)

(104) Sampling Frequency and Bit Rate معدل العينات ومعدل البتات

(2.5) تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات متصلة (107)

Digital-to-Analog Conversion (Modulation)

(108) Amplitude Shift Keying(ASK) (a)

(109) Frequency Shift Keying(FSK) (b)

(109) Phase Shift Keying(PSK) (c)

(111) The 4-PSK Method

(112) The 8-PSK Characteristics

(113) Quadrature Amplitude Modulation (QAM) (d)

(113) The 4-QAM

(113) The 8-QAM

(115) The 16-QAM لم

(2.6) تحويل الإشارات المتصلة إلى إشارات متصلة (115)

Analog-to-Analog Modulation

(117) Amplitude Modulation (AM) التشفير السعوي (a)

(117) Frequency Modulation (FM) التشفير الترددي (b)

(c) التكيف الطوري (PM) Phase Modulation (118)

(2.7) طرز الإرسال Transmission Modes (119)

(a) الإرسال المماثل / المتوازي Parallel Transmission (119)

(b) الإرسال المتوالي Serial Transmission (119)

الإرسال المتوالي الغير مترامن (120)

Asynchronous Serial Transmission

الإرسال المتوالي المترامن (120)

Synchronous Serial Transmission

التمارين Exercises (122)

الفصل الثالث: وسائط الإرسال Transmission Media (131)

(3.1) مقدمة (131)

(3.2) الوسائط الموجهة (السلكية) Guided Media (133)

(3.2.1) كابلات الأزواج الملتقة Twisted Pair Cables (133)

أصناف كابلات الأزواج الملتقة غير المحجوبة (134)

النهايات الطرفية لكابلات الأزواج الملتقة غير المحجوبة (135)

(3.2.2) الكابلات المحورية Coaxial Cables (135)

حيز الترددات المستخدم مع الكابلات المحورية (136)

أصناف الكابلات المحورية (136)

Categories of Coaxial Cables

النهايات الطرفية للكابلات المحورية BNC Connectors (136)

(3.2.3) الألياف الضوئية Optical Fibers (137)

النهايات الطرفية لكابلات الألياف الضوئية (138)

أنظمة اتصالات الألياف الضوئية (138)

	زاوية السقوط الحرجة (140)
	أنماط انتشار الإشارة الضوئية (141) Propagation Modes
	(141) Multimode (a)
	(143) Single Mode (b)
	مصادر فقد القدرة في الألياف الضوئية (143)
Fiber Optics Losses	
	مزايا كابلات الألياف الضوئية (144)
	عيوب كابلات الألياف الضوئية (144)
	(3.3) الوسائط الغير موجهه (لاسلكية) Unguided Media (144)
	طيف الموجات الكهرومغناطيسية لوسائط النقل اللاسلكية (145)
	(3.4) الهوائيات الموزعة والموجهة (146)
Omni Directional and Unidirectional Antennas	
	(3.5) انتشار الموجات Propagation of waves (146)
	الانتشار الأرضي Ground Propagation (147)
	الانتشار خلال طبقة التروبوسفير (147)
	(Troposphere Propagation)
	الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير (Ionosphere Propagation) (148)
	انتشار خط الرؤية (Line-of-Sight Propagation) (148)
	الانتشار في الفراغ (Space Propagation) (149)
	النطاق الترددي للاتصالات اللاسلكية (149)
	(3.6) الاتصالات عبر الأقمار الصناعية Satellite Communication (149)
	مدارات الأقمار الصناعية (Satellite Orbits) (150)
	لماذا نستخدم الأقمار الصناعية في الاتصالات (151)
	التمارين Exercises (152)

الفصل الرابع: تقنيات المزج (157) Multiplexing Techniques

(4.1) مقدمة (157)

(4.2) أصناف المزج (158) Categories of Multiplexing

(4.3) تقنية المزج الترددي (159)

Frequency Division Multiplexing (FDM)

(4.3.1) المجال الزمني والترددي لإشارات الرقمية والإشارات الرقمية المحملة

على موجة حاملة (160)

Time and Frequency Domain for Digital and Modulated Digital Signals

(4.3.2) المجال الترددي للإشارة المركبة (162)

Frequency Domain for Composite Modulated Signal

(4.3.3) تقنيات التجميع والتجميع الممتاز والتجميع السيد والتجميع الضخم (171)

Grouping, Super Grouping Master Grouping and Jumbo Grouping Techniques

(a) التجميع (171) Grouping

(b) التجميع الممتاز (172) Super Grouping

(c) التجميع السيد (173) Master Grouping

(d) التجميع الضخم (174) Jumbo Grouping

(4.4) تقنية المزج الزمني (186) Time Division Multiplexing (TDM)

تقنية TDM في الإرسال (Multiplexing) (187)

تقنية TDM في الاستقبال (Demultiplexing) (190)

إطارات المزج الزمني (191) TDM Frames

حسابات تقنية TDM (193)

(4.5) خط الاشتراك الرقمي (206) Digital Subscriber Line (DSL)

(207) ADSL (4.5.1)

تقنيات التكيف Modulation (209)

(1) تقنية التكيف السعوي الطوري بدون موجة حاملة (209)

Carrier-Less Amplitude/Phase (CAP)

(2) تقنية التكيف ذو النغمات المتعددة المتقطعة (209)

Discrete Multi-Tone (DMT)

(210) (Rate Adaptive Asymmetrical Digital Subscriber (4.5.2

(RADSL)

(210) High Bit Rate Digital Subscriber Line(HDSL) (4.5.3

(211) Symmetrical Digital Subscriber Line (SDSL) (4.5.4

(211) Very High Bit Rate Subscriber Line (VDSL) (4.5.5

التمارين Exercises (211)

الجزء الثاني: أساسيات الشبكات (219) Fundamentals of Networking

الفصل الخامس: المفاهيم الأساسية للشبكات (221) Basic Concepts of
Networking

(5.1) مقدمة (221)

(5.2) مكونات نظم الاتصالات (223)

Components of Data Communication

(1) الرسالة Message (223)

(2) المرسل Sender (223)

(3) المستقبل Receiver (223)

(4) وسط الإرسال Transmission Medium (223)

(5) البروتوكول Protocol (224)

(5.3)	مفاهيم الشبكة (224) Network Concepts
5.3.1	تعريف الشبكة (224)
	تعريف شبكة الحاسب (225)
	الأنواع الرئيسية للشبكات (225)
5.3.2	مكونات شبكة الحاسب (226) Network Composition
5.3.3	عناصر الشبكة (227) Components of Network
1	الخادم (227) Servers
2	العميل / الزبون (227) Client
3	الوسط (227) Medium
4	البيانات المتقاسمة (227) Shared Data
5.3.4	معايير الشبكة (228) Network Criteria
1	الكفاءة (228) Performance
2	الاعتمادية (228) Reliability
3	التأمين (229) Security
5.4	تطبيقات الشبكات (229) Network Applications
5.5	فوائد الشبكات (229) Networking Benefits
5.6	البروتوكولات (231) Protocols
a	القواعد النحوية (231) Syntax
b	الدلالة (231) Semantics
c	الضبط الزمني (231) Timing (Synchronization)
5.7	المقاييس (232) Standards
a	(232) De Jure Standards
b	(232) De Facto Standards :
	المنظمات القياسية (233) Standard Organization

التمارين Exercises (234)

الفصل السادس: أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات (239)

Configurations, Topologies and Categories of Networks

(6.1) التركيب الخطي Line Configuration (239)

(a) شكل السباق (نقطة إلى نقطة) (239)

Point-to-Point Configuration

(b) شكل متعدد النقاط Multi-Point Configuration (240)

(6.2) طوبوغرافيا الشبكة Network Topologies (240)

(6.2.1) الطوبوغرافيا النسيجي Mesh Topology (243)

(6.2.2) طوبوغرافيا النجمة Star Topology (246)

(6.2.3) طوبوغرافيا الشجرة Tree Topology (248)

(6.2.4) طوبوغرافيا الخط Bus Topology (251)

(6.2.5) طوبوغرافيا الحلقة Ring Topology (254)

(6.2.6) الطوبوغرافيا المختلط Hybrid Topology (257)

(258) Star-Bus Topology (a)

(258) Star-Ring Topology (b)

(259) Star-Ring-Bus Topology (c)

(6.3) أصناف الشبكات Scopes of Networks (260)

(a) الشبكات المحلية Local Area Networks (LAN) (260)

(b) الشبكات الإقليمية Metropolitan Area Network (MAN) (262)

(c) الشبكات الواسعة Wide Area Networks (WAN) (263)

(6.4) الأنترنتورك (الانترنت) Internetwork or Internet (264)

(6.5) أنواع الشبكات تبعا لطريقة تبادل المعلومات داخل الشبكة (264)

(a) شبكة النظير (النند) للنظير (اللند) (265)

Peer-to-Peer Network

(b) شبكة الخادم/الزبون (266)

Server-Based (Server- Client or Primary-Secondary) Network

(c) الشبكات المختلطة (267) Combined Network

(6.6) شبكات النقل اللاسلكي (268) Wireless Transport Network

مزايا شبكات النقل اللاسلكي (268)

عيوب شبكات النقل اللاسلكي (269)

أنواع شبكات النقل اللاسلكي (269)

(6.7) شبكات السن الأزرق (269) Blue Tooth Networks

(6.8) الإنترنت والاكسترانت (271) Intranet and Extranet

(6.8.1) شبكة الإنترنت (271) The Intranet Network

أهم استخدامات شبكة الإنترنت (271)

الجدار الناري (271) Firewalls

(6.8.2) شبكة الإكسترانت (272) The Extranet

تطبيقات شبكات الإنترنت والاكسترانت (272)

(6.9) الإنترنت (273) Internet

وسيلة الاتصال بالإنترنت (273)

أساسيات تصميم الإنترنت (274)

(6.10) خدمات الإنترنت (275) Internet Services

(1) الاتصال (275) Communication

(2) استرجاع المعلومات (277) Information Retrieval

(6.11) متصفحات الإنترنت (278) Internet Browsers

التمارين (280) Exercises

الفصل السابع : مقدمة عن البروتوكولات (285)

Introduction to Protocols (OSI and TCP/IP)

- (7.1) مقدمة (285)
- (7.2) وظائف عملية الاتصال (287) Communication Functions
 - (7.2.1) عملية التقسيم والتجميع (288) Segmentation and Reassembly
 - (7.2.2) التغليف (التهيئة) (290) Encapsulation
 - (7.2.3) التحكم في الربط (290) Connection Control
 - (7.2.4) ترتيب الوصول (291) Ordered Delivery
 - (7.2.5) التحكم في التدفق (292) Flow Control
 - (7.2.6) التحكم في الأخطاء (292) Error Control
 - (7.2.7) العنوان (293) Addressing
- (7.3) نموذج التبادل (الوصلات) المفتوح (296)

OSI Model (Open System Interchange)

- عمارة الطبقات (297) Layered Architecture
- العمليات النظرية لنظير (298) Peer-to-Peer Processes
- الواجهات بين الطبقات (298) Interfaces Between Layers
- تنظيم الطبقات (298) Organization of The Layers
- (7.4) طبقات نموذج التبادل المفتوح (303) The OSI Layers
 - (7.4.1) الطبقة المادية (303) Physical Layer
 - (7.4.2) طبقة الربط (305) Data Link Layer
 - (7.4.3) طبقة الشبكة (309) Network Layer
 - (7.4.4) طبقة النقل (313) Transport Layer
 - (7.4.5) طبقة المحادثة (317) Session Layer

(319) Presentation Layer	طبقة التقديم	7.4.6
(321) Application Layer	طبقة التطبيقات	7.4.7
(324) TCP/IP Protocol Suite	بروتوكول	7.5
(325) Physical Layer	الطبقة المادية	1
(325) Network Access Layer	طبقة الدخول على الشبكة	2
(325) Internet Layer	طبقة الانترنت	3
(325) Host-to-Host Layer (Transport Layer)	طبقة النقل	4
(326) Application Layer	طبقة التطبيق	5
(328) Operation of TCP/IP	تشغيل بروتوكول TCP/IP	7.6
(331) TCP/IP and OSI Architectures	ملحوظات عامة على	7.7
(333) Exercises	وصف مبسط لبعض البروتوكولات	7.8
Some Protocols Brief Description		
(333) Simple Mail Transport Protocol (SMTP)		1
(333) File Transfer Protocol (FTP)		2
(334) TELENT		3
(334) Exercises	التمارين	

الفصل الثامن: تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (343)

Error Detection and Correction Techniques

(343) مقدمة	8.1
(344) Types of Errors	أنواع الأخطاء
(344) Single-Bit Error	الخطأ في بت واحد
(345) Burst Error	الخطأ المتدفق
(348) Error Detection Techniques	تقنيات اكتشاف الأخطاء

الإسهاب Redundancy (348)

ميكانيزم اكتشاف الأخطاء (348)

8.3.1 اختبار الإسهاب للعمودي (351)

Vertical Redundancy Check (VRC)

(a) اختبار التماثل الزوجي Even Parity Check (351)

(b) اختبار التماثل الفردي Odd Parity Check (352)

8.3.2 اختبار الإسهاب الطولي (358)

Longitudinal Redundancy Check (LRC)

8.3.3 اختبار الإسهاب الدوري (361)

Cyclic Redundancy Check (CRC)

8.3.4 اختبار المجموع Checksum (366)

8.4 تقنيات كشف وإصلاح الأخطاء (371)

(Hamming Code) Error Detection and Correction

التمارين Exercises (378)

الفصل التاسع: مهام طبقة الربط (التحكم في التدفق) (387) Data Link Control

9.1 مقدمة (387)

9.2 تنظيم الإرسال على الرابط (انضباط المسار) Line Discipline (390)

9.2.1 ENQ/ACK Method (391)

9.2.2 Poll/Select Method (393)

9.3 التحكم في تدفق البيانات Flow Control (397)

9.3.1 Stop-and-Wait Method (398)

9.3.2 Sliding Window (399)

9.4 التحكم في الأخطاء Error Control (405)

(406) Stop-and-Wait ARQ (9.4.1

(a) خطأ في إطار البيانات (408) Damage Data Frame

(b) فقد إطار البيانات (409) Lost Data Frame

(c) فقد إطار الإقرار (410) Lost Acknowledgment

التمارين Exercises (412)

الفصل العاشر : المحولات (الشبكات المحولية) (423) Switching

(10.1) مقدمة (423)

(10.2) محولات الدائرة (425) Circuit Switching

(10.2.1) محولات التقسيم المكاني (428) Space-Division Switches

(a) محولات التقاطعات الأحادي (428) Crossbar Switches

(b) محولات التقاطعات المتعدد المراحل (429)

Multistage Switch (Multiple Crossbar Switch)

(10.2.2) محولات التقسيم الزمني (434) Time-Division Switches

(a) تبادل الشقوق الزمنية (434) Time-Slot Interchanging

(TSI)

(b) (436) TDM Bus

(10.3) محولات الحزمة (438) Packet Switching

(10.3.1) قصور محولات الدائرة (438)

Weakness of Circuit Switching

(10.3.2) أساسيات محولات الحزمة (439)

Principles of Packet Switching

(a) (439) Datagram Approach

(b) (441) Virtual Circuit Approach

(441) Switched Virtual Circuit (SVC)

(442) Permanent Virtual Circuit (PVC)

10.3.3 مقارنة بين

(443) Circuit-switched connection and Virtual-circuit connection

(444) Path Versus Route (a

(445) Dedicated Versus Sharing (b

(446) Exercises التمارين

الفصل الحادي عشر : الأجهزة المادية لربط الشبكات وربط الأجهزة داخل الشبكة

(453)

Networking and Internetworking Devices

(11.1) مقدمة (453)

(11.2) Repeater (Regenerators) / المجدد (456)

(457) Amplifier and Repeater الفرق بين

(458) Repeater مكان وضع

(11.3) Hub (458)

أنواع Hub (459)

خصائص Hub (459)

(11.4) Bridges (460)

(11.4.1) Bridge عمل (464)

(11.4.2) Bridges وظائف (465) (Functions of The Bridges)

(11.4.3) Bridges أنواع (465) (Types of Bridges)

(465) Simple Bridge (1

(466) Multiport Bridges (2

(466) Transparent (Learning) Bridges	(3)
(470) Bridges	11.4.4 التحكم في السريان بواسطة
(Routing with Bridges)	
(473) Fixed Routing Strategy	إستراتيجية التسيير الثابت
(474) Switches	11.5 المحولات
(477) Routers	11.6
(479) Gateways	11.7
(479) Transport Gateways	(a
(481) Application Gateways	(b
(481) Other Networking Hardware	11.8 أجهزة ومعدات تشبيك أخرى
(481) Servers	11.8.1 المزود
(482) Modem	11.8.2 المودم
(483) مقارنات بين أجهزة الربط المختلفة	11.9
Repeaters, Hubs Bridges, Switches, Routers, and Gateways	
(487) Exercises	التمارين
(495) Local Area Networks	الفصل الثاني عشر: الشبكات المحلية
(495) مقدمة	12.1
(496) Project 802 (IEEE 802 Reference Model)	12.2
(500) Protocol Data Unit (PPU)	
(502) DSAP and SSAP	(a
(502) Control	(b
(502) MAC Frame	
(503) Fields of MAC Frame	

(505) Ethernet	(12.3)
(505) (Traditional Ethernet) التقليدي Ethernet	(12.3.1)
(505) Baseband LANs	
طريقة الدخول على الرابط (507)	
Access Method : CSMD/CD	
وصف CSMD/CD (Description of CSMD/CD) (509)	
مواصفات IEEE 802.3 10-Mbps (510)	
(513) Fast Ethernet (IEEE 802.3 100-Mbps Specification)	(12.3.2)
(515) Gigabit Ethernet	(12.3.3)
(515) Token Bus (IEEE 802.4)	(12.4)
(516) Token Ring	(12.5)
(518) LANs مقارنة بين أنواع	(12.6)
(519) (WLAN) الشبكات المحلية اللاسلكية	(12.7)
Wireless Local Area Networks (WLAN)	
(519) Introduction مقدمة	(12.7.1)
(522) Overview نظرة عامة	(12.7.2)
(523) Brief History نبذة تاريخية	(12.7.3)
(525) Frequency and Data Rates التردد ومعدلات سريان البيانات	(12.7.4)
(525)	
(525)(802.11 Architecture) هيكل 802.11	(12.7.5)
(526) Wireless LAN Components مكونات شبكة LAN اللاسلكية	(12.7.6)
(526)	
(527) Range of WLAN مدى شبكة LAN اللاسلكية	(12.7.7)

(529)Benefits of WLAN اللاسلكية LAN فوائد شبكات

(529)أنواع الشبكات اللاسلكية

(530) Exercises التمارين

(531) المراجع

(533) المحتويات

(531) الفهرس العربي

(559) الفهرس الانجليزي

الفهرس العربي

الإرسال المتوالي، 130، 131، 132، 133،
580
الإرسال المماثل، 580
الإسهاب، 370، 371، 372، 373، 374، 375،
378، 380، 381، 383، 384، 385،
395، 396، 397، 398، 399، 400، 401،
402، 406، 541، 596،
الإشارات الدورية، 28، 70، 574
الإشارات الرقمية، 26، 31، 51، 68، 110،
116، 117، 141، 163، 164، 192، 194،
220، 576، 579،
الإشارات الغير دورية، 28
الإشارات المتصلة، 26، 31، 41، 50، 51، 68،
110، 111، 134، 163، 164، 169،
170، 220، 517، 522، 530، 542، 574،
578، 580،
الاعتمادية، 236، 238، 245، 588
الأقمار الصناعية، 148، 149، 153، 154،
155، 159، 274، 275، 282، 583
الأكسترنانت، 284، 591
الألياف الضوئية، 19، 132، 134، 139، 140،
141، 142، 144، 145، 146، 147، 148،
156، 159، 218، 253، 581، 582،
الإتترانت، 283، 284، 285، 591
الإنترنت، 214، 229، 275، 276، 283، 284،
286، 287، 288، 289، 290، 291،
292، 294، 309، 343، 345، 505، 558،
559، 561، 566، 568، 590، 591،
592، 594
الأنترنتورك، 275، 590
الانتشار الأرضي، 150، 151، 582
الانتشار خلال طبقة الأيونوسفير، 151، 152،
583
الانتشار خلال طبقة التروبوسفير، 151، 583
الانتشار في الفراغ، 152، 583
الأنواع الرئيسية للشبكات، 233، 587

ا

اختبار التماثل الزوجي، 373، 374، 596
اختبار التماثل الفردي، 373، 374، 375، 596
اختبار المجموع، 390، 596

ا

أساسيات الاتصالات، 573
أساسيات الشبكات، 586

ا

إستراتيجية التسيير الثابت، 506، 600

ا

إسترجاع المعلومات، 288، 290، 592

ا

إشارات رقمية، 22، 23، 67، 81، 85، 110،
111، 116، 141، 192، 197، 201، 206،
365، 543، 577، 578

ا

أصناف الشبكات، 270، 271، 590
أصناف الكابلات المحورية، 138
أصناف المزج، 163، 583

ا

الاتصال بالإنترنت، 286، 592

450، 449، 448، 442، 440، 421، 420
 587، 488، 487، 479، 470، 453،
 الزبون، 235، 276، 278، 587، 591
 السن الأزرق، 282، 283، 559، 562، 591
 الشبكات الإقليمية، 271، 273، 590
 الشبكات المحلية، 229، 256، 271، 273،
 275، 296، 531، 558، 559، 560، 562
 563، 590، 601، 602،
 الشبكات المحولية، 598
 الشبكات المختلطة، 276، 279، 591
 الشبكات الواسعة، 229، 271، 274، 590
 الضبط الزمني، 240، 245، 588
 الضوضاء، 55، 56، 57، 65، 262، 264،
 266، 365، 367، 368، 369، 370، 404
 489، 576،
 الطبقة الملاية، 315، 317، 318، 319، 320،
 321، 322، 323، 335، 344، 355، 356
 357، 358، 413، 439، 486، 487،
 489، 491، 518، 519، 527، 532، 551
 553، 594،
 الطوبوغرافيا المختلط، 268، 590
 الطوبوغرافيا النمسيجي، 253، 589
 الطول الموجي، 30، 36، 37، 575
 الطيف، 44، 45، 47، 73، 149، 172، 563،
 575
 العمليات النظرية لنظير، 313، 593
 العميل، 235، 565، 566، 587
 العنوان، 301، 307، 323، 327، 331، 353،
 420، 421، 441، 485، 526، 533، 593
 القدرة، 61، 63، 77، 146، 147، 149، 158،
 288، 452، 476، 499، 503، 513، 529
 582،
 القواعد النحوية، 239، 588
 الكابلات المحورية، 19، 134، 137، 138،
 147، 156، 218، 253، 581
 الكفاءة، 236، 312، 332، 425، 444، 483،
 588
 المجال الترددي للإشارة المركبة، 167، 584
 المجدد، 486، 600
 المحولات، 508، 598، 600
 المدى الترددي لقتوات الإرسال، 575
 المدى الترددي للإشارات، 133، 164
 المرسل، 21، 22، 23، 24، 67، 87، 88، 89
 90، 92، 94، 130، 133، 142، 195،
 230، 231، 239، 240، 242، 246، 262

البروتوكول، 231، 239، 304، 313، 345،
 347، 353، 485، 493، 502، 503، 511
 512، 522، 526، 529، 530، 541،
 587
 البروتوكولات، 229، 239، 276، 288، 303،
 311، 324، 342، 343، 352، 353، 355
 360، 424، 443، 470، 479، 502،
 513، 514، 525، 529، 532، 536، 541
 542، 548، 588، 592، 595
 البيانات المتقاسمة، 235، 587
 التأمين، 237، 588
 التجميع السيد، 178، 584
 التجميع الضخم، 180، 584
 التحكم في الأخطاء، 301، 302، 306، 315،
 323، 324، 330، 334، 335، 359، 413
 414، 432، 440، 443، 593، 597
 التحكم في التدفق، 301، 306، 323، 333،
 413، 414، 423، 424، 433، 485، 526
 534، 593، 597
 التحكم في الربط، 301، 304، 593
 التحكم في تدفق البيانات، 306، 423، 597
 التركيب الخطي، 248، 589
 الترامن، 87، 88، 89، 90، 93، 94، 96، 97،
 99، 100، 102، 105، 106، 107، 132،
 130، 193، 320، 321، 533، 577
 التشفير الخطي، 85، 86، 87، 88، 91، 577
 التشويه، 64، 576
 التخفيف، 301، 304، 592
 التكيف الترددي، 127، 129، 580
 التكيف السعوي، 127، 128، 215، 580، 585
 التكيف الطوري، 127، 129، 580
 التكيف النبضي السعوي، 111، 112، 579
 التكيف النبضي المشفر، 112، 579
 التهيئة، 301، 304، 592
 الجدار الناري، 284، 591
 الخادم، 235، 276، 278، 516، 566، 587،
 591
 الخطأ المتفق، 366، 367، 368، 404، 595
 الخطأ في بت واحد، 366، 595
 الدلالة، 239، 240، 588
 الرسالة، 193، 230، 255، 261، 266، 267،
 288، 300، 302، 303، 306، 311، 312
 318، 319، 326، 330، 332، 333،
 334، 340، 348، 354، 356، 357، 358
 376، 379، 403، 411، 415، 417،

الوسائط الموجهة، 133، 134، 231، 234،
581
الوسط، 23، 235، 312، 318، 319، 356،
358، 496، 542، 543، 545، 546، 547،
587،
الوهن، 63، 77، 488، 489، 522، 526،
543، 576
انتشار الموجات، 72، 150، 582
انتشار خط الرؤية، 152، 583
انضباط المسار، 414، 415، 416، 597

ا

أنماط اتجاه الإرسال، 23، 574
أنماط انتشار الإشارة الضوئية، 144، 582
أنواع الأخطاء، 365، 595
أنواع الشبكات اللاسلكية، 569، 603
أنواع القنوات، 54، 575

ب

بيانات رقمية، 68، 69، 81، 85، 192، 577

ت

تبادل الشقوق الزمنية، 463، 598
ترتيب الوصول، 301، 305، 593
تردد الإشارة، 30، 31، 32، 33، 37، 42، 72،
574،
تشفير الإشارات، 533، 576
تطبيقات الشبكات، 237، 588
تعديل الأخطاء، 371
تعريف الشبكة، 232، 587
تقنيات اكتشاف الأخطاء، 370، 432، 596
تقنيات التجميع، 177، 584
تقنيات التكيف، 215، 585
تقنيات المزج، 161، 162، 163، 220، 221،
583
تقنية التكيف ذو النغمات المتعددة المنقطعة،
215، 585
تقنية المزج الترددي، 163، 164، 170، 171،
175، 564، 584
تقنية المزج الزمني، 163، 164، 192، 193،
194، 196، 197، 205، 585

، 266، 267، 280، 282، 300، 304،
306، 307، 318، 323، 334، 335، 336،
، 340، 355، 374، 375، 378، 380،
384، 390، 391، 394، 395، 400، 407،
، 410، 414، 415، 416، 418، 424،
425، 426، 433، 434، 435، 437، 440،
، 443، 445، 446، 447، 448، 449،
465، 556، 562، 573، 574، 587
المركبة المستمرة، 83، 84، 105، 134، 577
المزود، 295، 516، 601
المستقبل، 23، 24، 87، 88، 89، 90، 107،
132، 130، 133، 142، 197، 231، 240،
، 242، 261، 266، 267، 272، 277،
282، 300، 304، 306، 318، 319، 323،
، 330، 334، 335، 336، 339، 358،
359، 361، 366، 371، 372، 374، 375،
، 378، 380، 381، 383، 384، 385،
393، 394، 401، 402، 404، 406، 407،
، 408، 409، 410، 413، 414، 415،
416، 417، 418، 424، 425، 426، 428،
، 431، 432، 433، 434، 435، 437،
438، 439، 440، 442، 443، 444، 445،
، 446، 447، 448، 504، 540، 574،
587

المصدر، 21، 573
المعيد، 486، 490، 600
المفاهيم الأساسية للشبكات، 586
المقاييس، 240، 241، 311، 588
المنظمات القياسية، 241، 589
المودم، 21، 516، 601
النطاق الترددي، 41، 42، 44، 46، 153، 165،
، 166، 167، 168، 169، 171، 174،
175، 575، 583
النطاق الزمني، 28، 30، 34، 36، 41، 42،
43، 168، 169، 575
النهايات الطرفية، 136، 137، 139، 140،
301، 581
الهوائيات الموجهة، 149، 582
الهوائيات الموزعة، 149، 150، 582
الواجهات بين الطبقات، 313، 593
الوجهة النهائية، 23، 240، 288، 306، 311،
326، 327، 330، 345، 347، 350، 365،
، 370، 494، 512، 519، 527، 540،
574
الوسائط الغير موجهة، 582

طبقة الشبكة، 303، 321، 323، 325، 326،
327، 330، 331، 332، 334، 357، 358
594،

طبقة المحادثة، 336، 594
طبقة النقل، 303، 315، 327، 330، 331،
332، 333، 334، 335، 336، 345، 355
594،

طرز الإرسال، 130، 580
طريقة الدخول على الرابط، 545، 602
طوبوغرافيا الحلقة، 264، 589
طوبوغرافيا الخط، 261، 589
طوبوغرافيا الشبكة، 589
طوبوغرافيا الشجرة، 258، 259، 261، 589
طوبوغرافيا النجمة، 255، 256، 589
طور الإشارة، 30، 33، 34، 35، 574
طيف الموجات الكهرومغناطيسية، 149، 582

ع

عمارة الطبقات، 311، 593
عملية التقسيم والتجميع، 301، 592
عناصر الشبكة، 234، 235، 587
عوامل الإشارة، 30، 82، 117، 574

غ

غير المحجوبة، 135، 136، 137، 581

ف

فترة الإشارة، 30، 38، 39، 72، 575
فترة للبت، 74، 206، 207
فقد إطار الإقرار، 437، 597
فقد إطار البيانات، 436، 437، 597
قوائم الشبكات، 238، 239، 588

ق

قناة ذات الضوضاء، 54، 55، 576
قناة عديمة الضوضاء، 54، 55، 575

تنظيم الإرسال على الرابط، 415، 597
تنظيم الطبقات، 314، 593

ح

حيز الترددات، 45، 57، 58، 59، 73، 137،
214، 581

خ

خصائص الإشارات، 81، 82، 577
خط الاشتراك الرقمي، 213، 585
خطأ في إطار البيانات، 433، 434، 447، 597

ز

زاوية السقوط الحرجة، 143، 146، 582
زمن انتشار الإشارة، 30، 39، 575

س

سعة الإشارة، 30، 31، 574

ش

شبكات النقل اللاسلكي، 280، 281، 282، 591
شبكة الحاسب، 232، 233، 234، 244، 273،
287، 587
شبكة النظير، 276، 277، 590
شكل السباق، 248، 589
شكل متعدد النقاط، 248، 249، 250، 589

ط

طبقة التطبيقات، 303، 338، 340، 341، 342
594،
طبقة التقديم، 336، 337، 338، 339، 594
طبقة الدخول على الشبكة، 345، 594
طبقة الربط، 316، 321، 322، 323، 324،
326، 327، 333، 334، 335، 355، 414،
415، 494، 502، 519، 527، 533،
570، 594، 597

و

والتجميع الممتاز، 177، 584
 وسائط الإرسال، 19، 133، 581
 وسط الإرسال، 23، 26، 39، 48، 61، 62،
 63، 80، 81، 112، 113، 170، 231،
 236، 244، 320، 335، 344، 356، 361
 ، 533، 552، 553، 554، 574، 587
 وظائف عملية الاتصال، 300، 592

ك

كابات الأزواج الملتقة، 134، 135، 136،
 138، 214، 217، 218، 231، 253، 581

ل

لاسلكية، 66، 132، 148، 561، 562، 582

م

متصفحات، 291، 592
 ملفات الإرسال، 59، 576
 محولات التقاطعات الأحادي، 457، 598
 محولات التقاطعات المتعدد المراحل، 598
 محولات التقسيم الزمني، 463، 598
 محولات التقسيم المكاني، 456، 598
 محولات الحزمة، 453، 467، 468، 599
 محولات الدائرة، 453، 454، 455، 467، 598
 ، 599
 مدارات، 154، 155، 583
 مرشحات الإشارة، 57، 58، 59، 75، 576
 مرشحات حجب الترددات البينية، 58، 576
 مرشحات مرور الترددات البينية، 58، 576
 مرشحات مرور الترددات الصغيرة، 57، 576
 مرشحات مرور الترددات الكبيرة، 58، 576
 مستوى الإشارة، 82، 89، 91، 92، 94، 97،
 99، 100، 102، 103، 104، 105، 106،
 108، 109، 110، 126، 577
 معايير الشبكة، 236، 587
 معدل إرسال البيانات، 49، 134، 219، 368،
 369، 424، 567، 575
 مفاهيم الشبكة، 232، 587
 موجة حاملة، 165، 172، 173، 182، 584
 ميكانيزم اكتشاف الأخطاء، 370، 371، 596

ن

نظم الاتصالات، 230، 231، 232، 586
 نموذج التبادل المفتوح، 318، 343، 593

الفهرس الانجليزى

B

B8ZS ,126 ,125 ,109 ,107 ,106 ,105 ,
578
Band-Pass Filter576 ,
Band-Stop Filter576 ,
Baseband LANs602 ,543 ,
Basic Concepts of Networking586 ,
Baud575 ,76 ,54 ,53 ,52 ,51 ,49 ,
Baud Rate575 ,
Biphase578 ,96 ,
Bipolar ,134 ,107 ,106 ,104 ,103 ,86 ,
578 ,125 ,135
Bit Interval575 ,
Blue Tooth591 ,282 ,
Bridge ,497 ,496 ,495 ,494 ,493 ,491 ,
508 ,503 ,502 ,501 ,500 ,499 ,498
528 ,527 ,525 ,524 ,520 ,511 ,
600 ,529
Bridges498 ,497 ,493 ,485 ,484 ,234 ,
528 ,526 ,520 ,519 ,517 ,503 ,
601 ,600
Burst Error595 ,367 ,
Bus Topology590 ,589 ,

C

CAP585 ,215 ,
Channel Bandwidth575 ,
Characteristics of Signals577 ,
Checksum ,393 ,391 ,390 ,372 ,350 ,
596 ,406 ,405
Circuit Switching ,480 ,471 ,467 ,453 ,
599 ,598
Client591 ,587 ,278 ,276 ,242 ,235 ,
Coaxial Cables581 ,137 ,
Combined Network591 ,279 ,276 ,
Communication Functions592 ,
Components of Data Communication586 ,

1

-16QAM579 ,126 ,125 ,

4

-4QAM579 ,124 ,

8

802.11 Architecture603 ,565 ,
-8QAM579 ,125 ,124 ,

A

Access Method602 ,
Addressing ,420 ,310 ,308 ,307 ,301 ,
593 ,441 ,421
ADSL ,224 ,218 ,217 ,216 ,215 ,214 ,
585
Alternative Mark Inversion578 ,104 ,
AMI ,125 ,135 ,134 ,106 ,105 ,104 ,
578
Amplifier600 ,527 ,523 ,488 ,
Amplitude111 ,76 ,71 ,70 ,69 ,31 ,30 ,
579 ,574 ,128 ,127 ,118 ,117 ,
585 ,580
Analog Signals576 ,574 ,26 ,
Analog-to-Analog580 ,
Analog-to-Digital Conversion578 ,
Application Gateways601 ,526 ,486 ,
Application Layer595 ,594 ,346 ,340 ,
ASK579 ,129 ,123 ,119 ,118 ,117 ,
Asynchronous580 ,132 ,
Attenuation576 ,76 ,61 ,60 ,

554, 553, 552, 551, 548, 543, 602, 571, 570, 565, 558, 557, 556
Even Parity Check 596,
Extranet 591, 284,

F

FDM 221, 220, 216, 170, 164, 163, 584, 543, 479, 477, 470, 223, 222
Fiber Optics Losses 582, 146,
File Transfer 595, 354,
Firewalls 591, 284,
Flow Control 593, 440, 439, 414, 413, 597,
Frequency 69, 37, 36, 35, 33, 31, 30, 129, 127, 119, 117, 76, 75, 71, 70, 562, 477, 245, 237, 167, 163, 603, 584, 580, 579, 575, 574, 564
FSK 579, 129, 120, 119, 117,
FTP 595, 354, 290,
Full-Duplex 574,
Fundamentals of Networking 586,

G

Gateways 601, 484, 234,
Gigabit 602, 558, 553,
Ground Propagation 582,
Grouping 584, 177,
Guided Media 581, 235,

H

Half-Duplex 574, 439, 413,
Hamming Code 596, 395,
HDB3 126, 110, 109, 108, 107, 105, 578
HDSL 586, 224, 218, 217, 214,
High Bit 586,
High-Density 578, 107,
High-Pass Filter 576,
Hub 268, 261, 259, 258, 256, 251, 491, 490, 489, 476, 296, 270, 269

Components of Network 587,
Composite Modulated Signal 584,
Connection Control 593, 304,
CRC 387, 386, 385, 384, 383, 372, 409, 408, 406, 405, 395, 389, 388, 596, 571, 541, 518, 517,
Crossbar Switches 598, 457,
CSMD/CD 602, 571, 545, 536,

D

Damage Data Frame 597, 434,
data communication 573, 478, 467,
Data Level 577,
Data Link Layer 594, 413, 321,
Data Rate 575, 502, 320,
Data Unit 601, 302,
Datagram 599, 482, 481, 480, 469,
DC Component 577,
De Facto 588, 241,
De Jure 588, 246, 241,
Destination 537, 351, 350, 310, 23, 574, 540
Digital signal 576, 543, 69, 68, 27,
Digital Signal 577,
Digital Subscriber Line 586, 585,
Digital-to-Analog Conversion 579,
Discrete Multi-Tone 585,
Distortion 576, 76, 64,
DMT 585, 218, 216,
DSAP 601, 571, 538, 537,
DSL 585, 213,
Duration 575, 38, 30,

E

Encapsulation 592, 304, 301,
Encoding 533, 237, 220, 128, 96, 578, 577, 576
Encoding Techniques 576,
ENQ/ACK Method 597, 416,
Error Control 597, 593, 440, 414, 413,
Error Detection Techniques 596,
Ethernet 502, 488, 348, 302, 156, 542, 536, 532, 525, 514, 513, 503

M

MAC Frame 601, 539
 MAN 294, 275, 274, 273, 271, 148, 590
 Manchester 101, 100, 99, 98, 97, 96, 127, 126, 124, 125, 135, 103, 102, 578, 558, 557, 548, 543, 542
 Master Grouping 584
 Medium 587, 564, 496, 242, 235
 Mesh Topology 589
 Message 453, 341, 303, 242, 230, 587, 521
 Metropolitan Area Network 273, 271, 590
 Modem 196, 195, 164, 81, 68, 21, 601, 565, 530, 522, 517, 233
 Modulated Digital Signals 584
 Modulation 129, 128, 127, 117, 111, 585, 580, 579, 192
 Multimode 582, 146, 145, 144
 Multiple Crossbar Switch 598
 Multiplexing 477, 463, 301, 163, 161, 585, 584, 583
 Multi-Point Configuration 589

N

Network Access Layer 594, 345
 Network Applications 588
 Network Composition 587
 Network Concepts 587
 Network Criteria 587, 236
 Network Layer 594, 325
 Network Topologies 589
 Networking Benefits 588
 Noise 576, 76, 65, 56
 Noiseless Channel 575, 55, 54
 Noisy Channel 576, 55, 54
 Nonreturn To Zero 577
 NRZ 127, 125, 135, 134, 93, 92, 91, 578, 577, 552

525, 524, 523, 522, 519, 518, 600, 528, 527

Hybrid Topology 590

I

IEEE 802 542, 540, 538, 536, 532, 554, 553, 552, 551, 548, 545, 543, 602, 601, 570, 565, 564, 563
 Information Retrieval 592, 290, 288
 Interfaces Between Layers 593
 Internet 484, 346, 345, 344, 286, 229, 594, 592, 591, 590
 Internetwork 590, 484, 327
 Intranet 591, 286, 285, 283
 Ionosphere Propagation 583

J

Jumbo 584, 184, 183, 182, 180, 177

L

LAN 272, 271, 265, 256, 229, 148, 295, 294, 281, 280, 275, 274, 273, 493, 492, 485, 483, 328, 296, 508, 506, 505, 504, 503, 502, 496, 532, 529, 526, 521, 510, 509, 543, 541, 540, 537, 536, 535, 533, 566, 565, 564, 557, 556, 551, 603, 590, 571, 568, 567
 Layered Architecture 593
 Line Configuration 589
 Line Discipline 439, 416, 415, 413, 597
 Line-of-Sight Propagation 583
 Local Area Networks 558, 531, 271, 602, 601, 590, 562
 Longitudinal 596, 381, 372
 Lost Acknowledgment 597, 437
 Lost Data Frame 597, 436
 Low-Pass Filter 576
 LRC 403, 395, 383, 382, 381, 372, 596, 409, 408, 406, 405, 404

PSK 542 129 123 121 120 117 579

Pulse 579 192 112 111

PVC 599 482 479 473 471

Q

Quadrature 579 123 117

R

RADSL 586 224 217 214

Rate Adaptive Asymmetrical Digital Subscriber 586

Reassembly 592 303

Receiver 574 430 429 242 231 23 587

Redundancy 383 381 373 372 370 596 406

Regenerators 600

Reliability 588 246 245 236

Repeater 518 489 488 486 483 600 527 526 524 522

Repeaters 517 489 485 484 234 601 600 526

Return To Zero 578

Ring Topology 590 589

Routers 485 484 345 286 285 234 521 517 513 512 511 493 601 600 529 526

RZ 578 126 124 103 102 95 94

S

Sampling 579 114 111

Satellite Communication 583

Satellite Orbits 583

Scopes of Networks 590

SDSL 586 224 218 214

Security 588 570 246 237

Segmentation 592 332 301

Semantics 588 240 239

Sender 587 429 428 427 242 230

Serial Transmission 580 131 130

Server-Based 591

O

Odd Parity Check 596

Omni Directional 582

Open System Interchange 593 311

Operation of TCP/IP 595

Optical Fibers 581

Ordered Delivery 593

Organization of The Layers 593

OSI Layers 593

OSI Model 593

P

Packet Switching 599

Packet Switching 599

PAM 579 129 128 112 111

Parallel Transmission 580 131 130

Peer-to-Peer Network 591

Peer-to-Peer Processes 593 313

Performance 588 380 236

Periodic Signals 574

Permanent Virtual Circuit 482 479 471 599

Phase 117 76 75 71 70 69 33 30 579 574 215 129 127 120 585 580

Physical Layer 564 439 413 318 594

Point-to-Point Configuration 589

Polar 577 91 86

Poll/Select Method 597 419

PPU 601

Presentation Layer 594 338

Primary-Secondary 591 278 276

Project 802 536 535 534 533 532 601 537

Propagation Modes 582

Propagation of waves 582

Propagation Time 575

Protocol 304 302 291 242 231 595 594 587 537 354 351 343 601

Protocols 595 592 588 234

TDM 197 196 193 192 164 163 219 211 208 206 205 199 198 465 464 463 222 221 220 598 585 482 470 466
 TELENT 595 354
 Time Division 585 481 456 163
 Time-Division Switches 598
 Time-Slot Interchanging 482 481 463 598
 Token Bus 602
 Token Ring 525 514 513 503 502 602 558 555 554
 Traditional Ethernet 602 542
 Transmission Impairment 576
 Transmission Media 581
 Transmission Medium 234 231 23 587 574
 Transmission Modes 580
 Transmitter 574 573 23 21
 Transport Gateways 601 526 485
 Transport Layer 594 330
 Tree Topology 589 258
 Troposphere Propagation 583
 TSI 598 480 465 464
 Twisted Pair 581

U

Unguided Media 582 235
 Unidirectional 582 543 160 149
 Unipolar 577 125 135 134 86 85

V

VDSL 586 224 218 214
 Virtual Circuit Approach 599 470
 VRC 398 397 395 380 373 372 406 405 404 403 402 401 399 596 410 409 408 407

W

WAN 294 275 274 271 229 148 590

Servers 601 587 516 242 235 23
 Session Layer 594 336
 Shared Data 587
 Shift Keying 579 120 119 118 117
 signal Bandwidth 575
 Signal Filters 576
 Signal Level 577
 Signal Parameters 574
 Simplex transmission 574 67 25 24
 Single Mode 582
 Single-Bit Error 595 366
 Sliding Window 597 445 444 426
 SMTP 595 354
 Source 573 541 537 360 328 21
 Space Propagation 583
 Space-Division Switches 598
 Spectrum 575 76 44
 SSAP 601 571 538 537
 Standard Organization 589 241
 Standards 588 537 246 241 240
 Star Topology 589
 Star-Bus 590 269 268
 Star-Ring 590 270 269 268
 Stop-and-Wait ARQ 597
 Stop-and-Wait Method 597 424
 Super Grouping 584
 SVC 599 482 479 473 471
 Switched Virtual Circuit 482 479 471 599
 Switches 485 484 454 452 234 600 526 525 521 520 519 517 601
 Symmetrical 586 218
 Synchronization 240 239 128 87 588 577 337 320
 Synchronous 580 132
 Syntax 588 246 239

T

TCP/IP 343 309 308 307 288 284 351 349 348 347 346 344 594 592 530 529 525 514 513 595

Wavelength 575 ، 36 ، 30 ،
Wide Area Networks ، 562 ، 274 ، 271 ،
590
Wireless LAN Components 603 ، 566 ،
Wireless Transport Network 591 ، 280 ،
WLAN 566 ، 565 ، 563 ، 562 ، 559 ، 558 ،
603 ، 602 ، 569 ، 568 ، 567 ،

فصول الكتاب

الجزء الأول: أساسيات الاتصالات (17)

Fundamentals of data communication

الفصل الأول: مقدمة في الاتصالات (19)

Introduction to data communication

الفصل الثاني: تقنيات تشفير الإشارات الرقمية والمتصلة (75)

Encoding Techniques for Digital and Analog Signals

الفصل الثالث: وسائط الإرسال Transmission Media (131)

الفصل الرابع: تقنيات المزج Multiplexing Techniques (157)

الجزء الثاني: أساسيات الشبكات (219) Fundamentals of Networking

الفصل الخامس: المفاهيم الأساسية للشبكات (221)

Basic Concepts of Networking

الفصل السادس: أشكال وطوبوغرافيا وأصناف الشبكات (239)

Configurations, Topologies and Categories of Networks

الفصل السابع: مقدمة عن البروتوكولات (285)

Introduction to Protocols (OSI and TCP/IP)

الفصل الثامن: تقنيات اكتشاف وتعديل الأخطاء (343)

Error Detection and Correction Techniques

الفصل التاسع: مهام طبقة الربط (التحكم في التدفق) Data Link Control (387)

الفصل العاشر: المحولات (الشبكات المحولية) Switching (423)

الفصل الحادي عشر: الأجهزة المادية لربط الشبكات وربط الأجهزة داخل الشبكة (453)

Networking and Internetworking Devices

الفصل الثاني عشر: الشبكات المحلية Local Area Networks (LANs) (495)

الكتاب في سطور

أخي الفاريء

هذا هو الأصدار الأول من كتابي الأول في سلسلة الكتب العربية
لشرح وتبسيط مبادئ وأساسيات العلوم التقنية في مجال هندسة
الإلكترونيات والاتصالات وهندسة علوم الحاسبات وقد حرصت في
في هذا الأصدار علي الوصول الي الصف العلمي المطلوب بصورة متدرجة
ومبسطة مع الاحتفاظ بمسميات المصطلحات العلمية باللغة الإنجليزية
بالأضافة إلي ترجمتها إلي اللغة العربية ويتكون الكتاب من جزئين :

الجزء الأول : بعنوان أساسيات الاتصالات

ويحتوي علي أربع فصول تتضمن خصائص وبارامترات الإشارات
المتصلة والرقمية وتمثيلها في النطاق الزمني والترددية وكذلك مرشحات
الإشارة ذات المجالات الترددية المختلفة ومثلثات الإشارة بالأضافة إلي أنواع
وخصائص قنوات الأرسال السلكية واللاسلكية وأساسيات وطرق تشفير
البيانات وكذلك التقنيات المستخدمة في مزج الإشارات المتصلة والرقمية

والجزء الثاني : بعنوان أساسيات الشبكات

ويحتوي علي ثمانية فصول تتضمن مفهوم وأساسيات وعمارة
وطوبولوجيا وأنصاف الشبكات بالأضافة إلي نموذج نظام التبادل المفتوح
(OSI) وبروتوكول (TCP / IP) ويتضمن الجرد الثاني أيضا تقنيات اكتشاف
وتعديل الأخطاء في الرسائل المستقبلية وطرق وأساليب التحكم في تدفق
وتوجيه الرسائل خلال الشبكات بالأضافة إلي أجهزة التشبيك المستخدمة
في ربط الشبكات وفي ربط الأجهزة داخل الشبكة وكذلك الأنواع
والبروتوكولات المستخدمة في الشبكات المحلية (N)

الناشر

مكتبة دار المعرفة

كتب ومراجعة علمية - طباعة - نشر - استيراد
ع ش السرايات - العباسية - أمار هندسة عين شمس

ن : ٦٨٤٤٠٣ - ٤٨٥٠٣١٠

Bibliotheca Alexandrina



0751903